

ORGANISATION INDUSTRIELLE

C : Connaitre
S : Savoir
M : Maitrise

GLOSSAIRE ILLUSTRE

	A.M.D.E.C.	Fiche 1
	Analyse de déroulement	Fiche 2
	Analyse de la Valeur	Fiche 3
	Autoqualité ou autocontrôle	Fiche 4
	Chaînon (méthode des)	Fiche 5
	Cinq Pourquoi (méthode des)	Fiche 6
	Cinq S (méthode des)	Fiche 7
	Cinq Zéros (méthode des)	Fiche 8
	Gantt (diagramme de)	Fiche 9
	HOSHIN	Fiche 10
	ISHIKAWA (diagramme) – Diagramme Causes/Effet	Fiche 11
	ISO 9000	Fiche 12
	Juste à Temps (JAT)	Fiche 13
	KAISEN	Fiche 14
	KANBAN	Fiche 15
	Méthode de Résolution de Problème	Fiche 16
	MRP	Fiche 17
	OPT (Méthode)	Fiche 18
	PARETO (Loi de) – Méthode ABC	Fiche 19
	PDCA	Fiche 20
	PERT	Fiche 21
	POKA YOKE	Fiche 22
	QOQCPC	Fiche 23
	7 MUDA	Fiche 24
	7 MUDA – MURI - MURA	Fiche 25
	Simogramme	Fiche 26
	SMED (Méthode)	Fiche 27
	SPC – Capabilités	Fiche 28
	SPC – Cartes de contrôle	Fiche 29
	SPC – MSP : La démarche	Fiche 30
	TAGUCHI (méthode du Docteur) Les Plans d'Expériences	Fiche 31
	T.P.M. - TRS	Fiche 32
	V.S.M. (méthode)	Fiche 33
	Le Diagramme Spaghetti	Fiche 34

Présentation

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et leur Criticité) est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement du système.

L'AMDEC peut se trouver à la fin de chaque étape de la vie d'un produit :

- ◆ *AMDEC « Produit » qui permet d'intervenir dès la conception du produit en veillant qu'il remplisse bien les fonctions pour lesquelles il a été conçu.*
- ◆ *AMDEC « Processus » qui concerne le produit dans sa phase de réalisation et de vérifier l'impact du processus de fabrication sur la conformité du produit.*
- ◆ *AMDEC « Procédé ou machine » concerne les moyens utilisés dans la fabrication des produits.*

Démarche à partir d'un exemple :

◆ Système étudié

Le système étudié est une machine qui pose des turbulateurs dans des radiateurs de climatisation d'automobiles. La machine fonctionne 16 heures par jour, sa cadence horaire est de 50 radiateurs, les coûts de non-production s'élève à 3 000F de l'heure.

◆ Formation du groupe d'étude

Le groupe d'étude est constitué du responsable maintenance, de 3 de ses agents et de 2 techniciens.

◆ Analyse des défaillances

L'étude détaillée des bons de travail consécutifs au dysfonctionnement a permis de recenser 2 modes de défaillance avec leurs effets et causes associées. (voir tableau ci-dessous)

◆ Calcul des criticité

Avec les valeurs retenues pour F, D et G, il est possible de calculer la criticité à affecter à chaque défaillance.

FREQUENCE : F	
1	1 défaillance maxi par an
2	1 défaillance maxi par trimestre
3	1 défaillance maxi par mois
4	1 défaillance maxi par semaine
NON DETECTION : D	
1	Visite par opérateur
2	Détection aisée par un agent de maintenance
3	Détection difficile
4	Indécelable
GRAVITE (INDISPONIBILITE) : G	
1	Pas d'arrêt de la production
2	Arrêt ≤ 1 heure
3	1 heure < arrêt ≤ 1 jour
4	Arrêt > 1 jour

◆ Actions entreprises

La plus forte criticité est 18, est associée à l'usure des courroies. Le service décide une action préventive en changeant les courroies tous les 4 mois en dehors des heures de production.

ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET LEUR CRITICITE													
Système Sous-ensemble ou élément	DEFAILLANCES			CRITICITE				ACTIONS ENTREPRISES		EVOLUTION			
	Modes	Effets	Causes	F	D	G	C = FxDxG			F	D	G	C=FxDxG
Entraînement des turbulateurs	Pas d'entraî- nement des turbulateurs	Radiateurs non conformes	Défaillance du moto réducteur	1	2	3	6						
idem	idem	idem	Roulement à rouleaux défectueux	1	2	3	6						
idem	Mauvais entraînement des turbulateurs	idem	Courroies usées	2	3	3	18	Changement des courroies tous les quatre mois		1	3	2	6

Objectif :

Cet outil est souvent utilisé pour **comparer plusieurs solutions**. En plus de la description des opérations, le tableau donne des informations sur les distances parcourues, le temps passé, éventuellement sur le poids et les quantités.

Exemple :

Atelier : Garage automobile		ANALYSE DE DEROULEMENT					Objet : Réparation d'un pneumatique							
Poste : VULCANISATION							Unités			Méthode : actuelle				
							ch	m		Méthode : proposée				
	Opération ○	Transport ⇨	Contrôle □	Attente D	Stockage ▽	Y X	Désignation	Opérateur	Quantité	Temps	Fréquence	Distance	Observations	Décision
1		⇨					Amener roue en B	O	0,4			2,5	Rapprocher B et A	A
2			■				Examiner roue	O	1					
3		⇨					Chercher outillage	O	2			4	Raccourcir trajet	A
4	●						Démonter roue	O	4					
5		⇨					Chercher tuyau air comprimé	O	0,4			2		
6	●						Gonfler chambre en allant au bassin	O	0,4			2		
7			■				Immerger chambre. Déceler fuite	O	2				Forme du bassin à améliorer	A
8		⇨					Aller vers meule	O	0,2			4	Raccourcir trajet	A
9	●						Préparer surface	O	2					
10		⇨					Aller vers presse	O	0,1			1		
11	●						Positionner chambre /presse	O	0,5					
12		⇨					Chercher pièce	O	0,4			3	A combiner avec 10	C
13	●						Mettre en route vulcanisation	O	3					
14		⇨					Aller vers B	O	0,2			3		
15			■				Vérifier enveloppe	O	3				Elle est supposée bonne	
16		⇨					Retourner à la presse	O	0,2			3		
17	●						Retirer chambre de la presse	O	1					
18		⇨					Aller au bac via B pour air	O	0,2			4		
19			■				Gonfler et immerger, contrôle	O	2,5					
20		⇨					Prendre chiffon, talc et vers B	O	0,2			5,5	A raccourcir	A
21	●						Remonter enveloppe	O	6					
22		⇨					Ranger outillage, air, talc, ...	O	1			6	Meubles à combiner	A
23		⇨					Amener roue en A	O	0,2			2,5	A raccourcir	A
24					▽									

B I L A N		●	⇨	■	D	▽	☺	Q	T	F	Dm
	Actuel	7	12	4	0	1	1		16,9		42,5
	Proposé										
	Gains										

O : Ouvrier mécanicien	Décision : E : Eliminer C : Combiner P : Permuter A : Améliorer
---------------------------	---

Présentation :

La norme (NF X 50-150) définit l'Analyse de la Valeur comme une « démarche créative et organisée, visant la satisfaction du besoin de l'utilisateur par une démarche spécifique de conception à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire ».

Conditions de la réussite :

La réussite d'une action Analyse de la Valeur nécessite la conjonction de cinq conditions :

- ◆ un chef convaincu,
- ◆ un animateur compétent,
- ◆ un groupe pluridisciplinaire,
- ◆ des informations fiables,
- ◆ action délimitée.

Déroulement en 7 étapes :

L'analyse de la valeur est une méthode formelle :

◆ Etape 1 : Orientation de l'action

Il s'agit de déterminer l'objet de l'étude et les causes de son déclenchement, puis de collecter les données du problème, c'est-à-dire le **besoin**, consignées dans un **Cahier des Charges Fonctionnel**.

◆ Etape 2 : Recherche de l'information

Il s'agit de rassembler toutes les informations liées au besoin (techniques, économiques, commerciales, sociales, réglementaires, etc.)

◆ Etape 3 : Analyse des fonctions et des coûts – Validation des besoins et des objectifs.

Son objectif est de concevoir le **Cahier des Charges Fonctionnel** du produit qui sera conçu par l'entreprise. C'est une phase essentielle qui comprendra :

- L'analyse des fonctions de service des produits antérieurs et du produit à concevoir.
- L'estimation des coûts et leur analyse par fonction technique.
- La validation des besoins et des objectifs.

◆ Etape 4 : Recherche d'idées et de voies de solution.

Le but de cette étape est de rechercher un maximum de solutions. Chaque rejet doit être parfaitement justifié.

◆ Etape 5 : Etude et validation des solutions.

Il s'agit de bâtir des solutions techniques qui répondent le mieux au CdCF et de réaliser les études nécessaires à l'évaluation d'un nombre restreint de solutions (faisabilité, contraintes (brevets), ...

◆ Etape 6 : Bilan prévisionnel – Présentation des solutions retenues – Décisions.

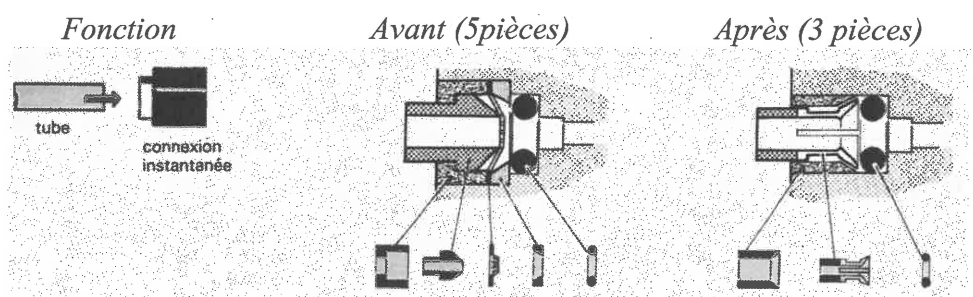
L'objectif est de dresser un bilan prévisionnel des solutions retenues et d'en réaliser la présentation.

◆ Etape 7 : Réalisation – Suivi - Bilan

Cette étape passe par la réalisation de la solution retenue, le suivi de la réalisation et le bilan de l'action Analyse de la Valeur qui sera intégré à la documentation de l'entreprise.

Exemple de reconception du produit par l'Analyse de la Valeur.

Pour améliorer le produit réalisé en 5 pièces, plusieurs solutions furent étudiées puis discutées en groupe pour satisfaire la fonction « connexion instantanée ». Dans la nouvelle réalisation comprenant 3 pièces, le verrouillage est assuré par une pince auto-serrante conique.



Présentation :

L'autocontrôle est une opération de supervision de son propre travail assurée par chaque opérateur. Il peut donner lieu à un enregistrement et un archivage. Il est soumis à une supervision par un responsable.

Les objectifs :

- Détecter les défaillances le plus tôt possible

Le contrôle de chaque opération de production par celui qui vient de la réaliser permet de détecter les éventuelles défaillances du processus très tôt. Dès l'apparition de la défaillance, la cause sera immédiatement recherchée et une solution rapide sera trouvée pour remédier au problème. Seuls quelques rebuts seront fabriqués avant que la défaillance soit détectée.

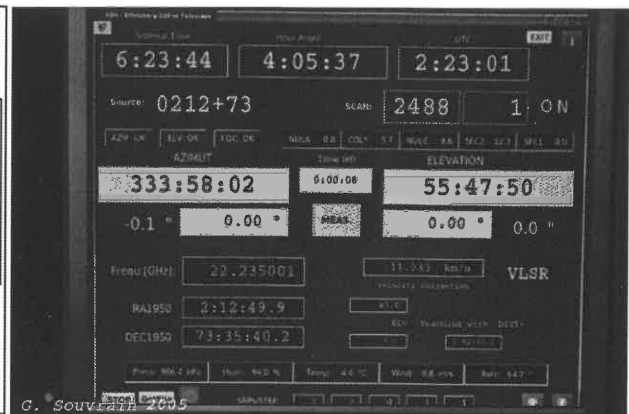
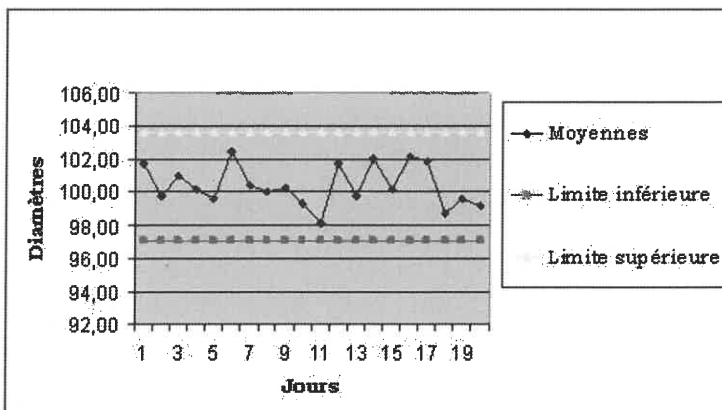
Une détection rapide des défauts permet de garantir que les produits transmis au poste aval sont conformes aux spécifications. Cela aura un impact financier évident puisqu'aucune valeur ajoutée inutile ne sera apportée à un produit défectueux.

- Impliquer l'opérateur dans son travail.

Le fait de donner à l'opérateur le rôle de contrôler ses propres pièces le responsabilise. En effet, s'il fournit au poste aval des pièces non conformes, il se sentira concerné par la défaillance et fera tout pour éviter que cela se renouvelle. De plus l'opérateur voit immédiatement le résultat de sa production. S'il constate qu'il produit des pièces bonnes il en résultera, à juste titre, une satisfaction personnelle qui le motivera davantage dans son travail. Cela lui permettra aussi de montrer la qualité de son travail et d'en apporter des preuves.

- Réduire le contrôle final des produits.

Dans le cas où un processus est entièrement sous autocontrôle, le contrôle final peut se résumer à un simple contrôle documentaire. Cela doit cependant s'accompagner d'audits réguliers des procédures d'autocontrôle, sans quoi, les procédés de contrôle pourraient dériver et engendrer la fabrication de produits non conformes.

Exemple :

Objectif :

La méthode des chaînons a pour but l'organisation de l'implantation des ressources d'une unité de production, visant à structurer et raccourcir le flux de matières.

La méthodologie :

- ♦ Inventorier les postes de travail et les gammes opératoires.
- ♦ Appliquer la méthode des chaînons :
 - Tracer la matrice des flux.
 - Inventorier les chaînons empruntés et déterminer les indices de flux (densité de circulation).
 - Déterminer le nombre de chaînons pour chaque poste de travail.
- ♦ Tracer l'implantation théorique.
- ♦ Adapter l'implantation théorique dans les locaux prévus.

Définitions :

Chaînon : on appelle chaînon la trajectoire de manutention réunissant les postes de travail successifs.
Nœud : un nœud est un poste de travail d'où émane(nt) un (ou plusieurs) chaînon(s).

Exemples :

L'îlot à implanter comporte 7 postes de travail notés de A à G. Il est prévu pour produire une famille de 5 pièces notées de P1 à P5 dont les gammes opératoires sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Gammes et programme de production

Repère. pièce	GAMME						Nombre de lots de transfert
	10	20	30	40	50	60	
P1	A	D	B	E			25
P2	F	B	D	A	G	B	43
P3	F	B	D	A			15
P4	A	C	B				24
P5	A	B	C	D			90

Vers

On reporte sur le tableau, ci-contre, le nombre de lots transférés. Ainsi de la machine B vers la machine D, il y a 2 chaînons (produits par P2 et P3), l'intensité du trafic est de $43 + 15 = 58$ lots pour une période donnée.

De chaque côté de la diagonale on reporte la somme des colonnes (au dessus) et la somme des lignes (en dessous). Pour un poste donné, il s'agit respectivement du trafic partant du poste (colonnes) et du trafic aboutissant au poste (lignes), ainsi 173 lots partent du poste B et 240 aboutissent au poste B.

Tableau des intensités de trafic

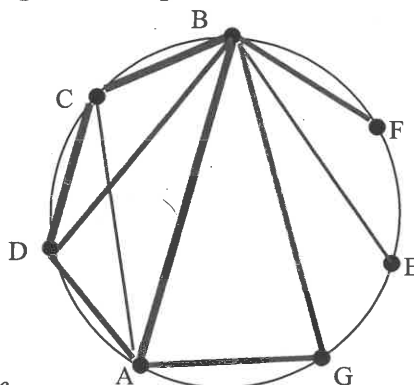
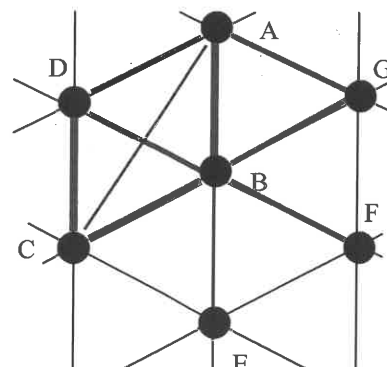
	De						
	A	B	C	D	E	F	G
G	43						43
F						58	0
E		25			0	25	
D	25	58	90	173	83		
C	24	90	114	114			
B	90	173	240	24	25	58	43
A	182	58			58		

Implantation théorique

Pour optimiser le placement des postes les uns à côté des autres, une première implantation théorique est réalisée sans contrainte. Le seul but de cette implantation est rapprocher les machines entre lesquelles les flux sont les plus importants et d'éviter les croisements.

Le chaînon AC étant peu chargé (24), le croisement avec BD peut être accepté.

L'implantation pratique tient compte des formes et dimensions des bâtiments, des allées, ...

Implantation Théorique
sur un cercleImplantation théorique sur une
maille triangulaire

Présentation :

Les **cinq pourquoi** est la base d'une méthode de résolution de problèmes proposée dans un grand nombre de systèmes de qualité (Les techniques d'organisation permettant de rendre conforme à un standard la production).

Principe :

Il s'agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source, la cause principale de la défaillance. Cette méthode de travail est surtout faite pour trouver la cause principale du problème rencontré.

Avec cinq questions commençant par « pourquoi », on essaie de trouver les raisons les plus importantes ayant provoqué la défaillance pour aboutir à la cause principale.

Méthode :

- ↳ Enoncer clairement et de façon précise le problème
- ↳ Répondre à la question par « pourquoi »
- ↳ La réponse obtenue devient le nouveau problème et ainsi de suite
- ↳ Apporter la solution au problème

Exemple :

Ma voiture ne démarre pas (le problème)

1. *Pourquoi ?* - La batterie n'est pas chargée.
2. *Pourquoi (la batterie n'est-elle pas chargée) ?* - L'alternateur ne fonctionne pas.
3. *Pourquoi (...) ?* - La courroie de l'alternateur est cassée.
4. *Pourquoi ?* - J'ai dépassé la durée préconisée par le constructeur et la courroie était usée.
5. *Pourquoi ?* - Je n'ai pas respecté les préconisations du constructeur (la cause première).

La machine plaine d'huile (le problème)

1. Pourquoi la machine est sale ? « car de l'huile suinte du filtre »
2. Pourquoi l'huile suinte du filtre ? « car les filtres sont très sales »
3. Pourquoi les filtres sont-ils aussi sales ? « Car ils ne sont pas changés régulièrement »
4. Pourquoi ne sont-ils pas changés à temps ? « car il n'y a pas de plan de maintenance »
5. Pourquoi n'y a-t-il pas de plan de maintenance ? « car personne ne s'en occupe réellement »

Présentation - Objectifs

*Les 5 S est une démarche participative de progrès basée sur 5 actions. Les 5 S représentent les cinq lettres des mots japonais : **Seiri** (Débarrasser), **Seiton** (Ranger), **Seiso** (Tenir propre), **Seiketsu** (Standardiser), **Shitsuke** (Impliquer).*

Les objectifs de la démarche 5S sont :

- Mobiliser l'entreprise sur un thème et des actions simples.
- Conforter les démarches d'assurance qualité.
- Obtenir rapidement des résultats visibles par tous.
- Pour chacun, de réorganiser son espace de travail dans l'application de ses tâches quotidiennes en se motivant contre la « routine » afin d'améliorer son « confort » de travail et sa « productivité » tout en supprimant le gaspillage.

Les clés de la réussite passent par un engagement des dirigeants, la motivation du personnel, la persévérance dans l'action et des décisions suivies d'effets.

Une vue d'ensemble des 5S

5S	Signification	Intérêt	Actions principales
DEBARRASSER (Seiri)	C'est faire la différence entre l'indispensable et l'inutile et se débarrasser de tout ce qui encombre le poste de travail.	Y voir plus clair sur son poste de travail et son environnement.	Trier, identifier, repérer, jeter, prévoir les moyens d'évacuation, surveiller, remettre en cause, vérifier l'état des choses, ...
RANGER (Seiton)	C'est disposer les objets de façon à pouvoir trouver ce qu'il faut quand il faut.	Améliorer l'efficacité et augmenter la productivité en éliminant le temps perdu .	Stocker de manière fonctionnelle, identifier chaque endroit de rangement, rendre visibles les anomalies de rangement, tenir compte de la fréquence d'utilisation et de l'ergonomie, ...
TENIR PROPRE (Seiso)	C'est éliminer les déchets, la saleté et les objets inutiles pour une propreté irréprochable du poste de travail et son environnement.	Comprendre que nettoyer, c'est détecter plus rapidement les dysfonctionnements.	Lister les anomalies (état des lieux), nettoyer, embellir, repeindre. Planifier, faciliter, coordonner le nettoyage. Eliminer les causes de salissure, ...
STANDARDISER (Seiketsu)	C'est définir des règles communes au secteur 5S, à partir des résultats acquis.	Mettre en place des règles de management pour que les 5S deviennent une habitude.	Créer et faire évoluer des règles communes (étiquetage, peinture, ...) Privilégier la visualisation des règles (affichage) Se fixer des priorités.
IMPLIQUER (Shitsuke)	C'est faire participer tout le monde par l'exemplarité.	Changer les comportements de chacun en recherchant l'amélioration permanente	Former le personnel, 5 minutes par jour pour les 5S. Enregistrer les résultats, les afficher, les valoriser.

Les 5S constituent la première des techniques de management à mettre en œuvre avant toutes les autres. Elles ouvrent, en particulier, la voie aux activités de résolution de problèmes.

Présentation :

Le développement de la technique des cinq zéros est étroitement lié à la diffusion des principes organisationnels du JAT (Juste A temps), Kanban et autres pratiques issues du Toyotisme. Comme la majorité des outils qualitatifs, les 5 zéros sont particulièrement aisés à comprendre. Ils sont issus du bon sens commun. Sans méthode, la mise en oeuvre risque de rapidement croître en complexité et devenir un véritable casse-tête.

Principe :

La qualité, contrairement à une idée reçue, n'est pas antinomique de la rentabilité. L'amélioration de la qualité obtenue grâce à une meilleure connaissance des besoins des utilisateurs et une plus grande maîtrise de la conception, de la production et de la distribution favorise la rentabilité.

Un produit bien adapté au marché, se vend bien et un produit bien fait, coûte moins cher.

Ce qui coûte, ce sont les gaspillages d'énergie, de temps,

La maîtrise de la qualité, c'est d'atteindre le "zéro" gaspillage.

La philosophie du zéro peut s'appliquer à de nombreuses causes de non-qualités: défauts, pannes, délais, stocks, papier, mépris,

Démarche :

↳ Zéro défaut

Limiter les défauts et les retours, réduire les rebuts et les opérations de retouches, bref essayer le plus possible de faire bien la première fois. L'effort peut être particulièrement conséquent. Mais les gains liés à un meilleur emploi des ressources, une moindre consommation et un accroissement de la satisfaction client sont en général rapidement significatifs.

↳ Zéro papier

Limiter la production et la circulation de documents papiers, dématérialiser et informatiser la documentation. Accéder au zéro papier ou en tout cas en réduire drastiquement la quantité en circulation est un véritable projet en soi.

↳ Zéro panne

Mettre en œuvre des principes de maintenance préventive. Pour inciter à l'utilisation de ces principes, il est intéressant de comparer le coût d'une période de maintenance préventive avec le coût complet des pannes susceptibles d'être évitées. Le bilan est sans discussion.

↳ Zéro stock

Fabriquer au bon moment ce dont le client a besoin. Pas de stock inutile

↳ Zéro délai

Les produits sont livrés au bon moment, ni trop tôt, ni trop tard.

Le zéro Stock et le Zéro délai sont deux fondamentaux du juste à temps

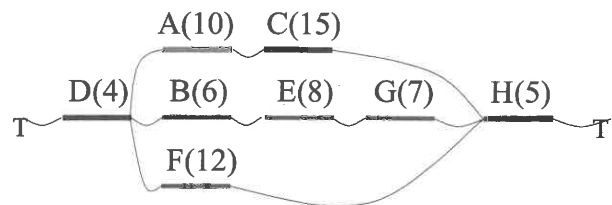
Présentation :

Cette méthode, datant de 1918 et encore très répandue, consiste à déterminer la manière de positionner les différentes tâches d'un projet à exécuter, sur un période déterminée. Chaque tâche est représentée par un segment de droite dont la longueur est proportionnelle au temps.

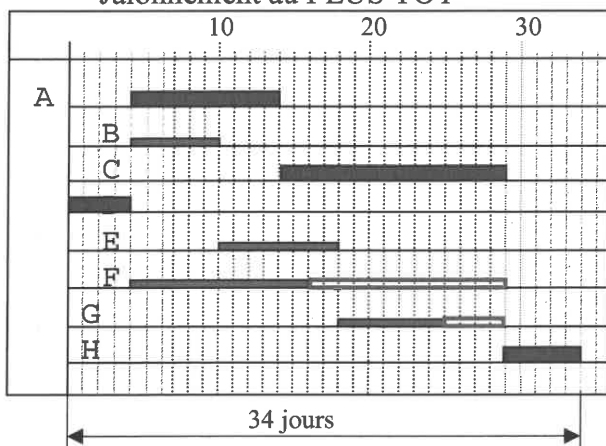
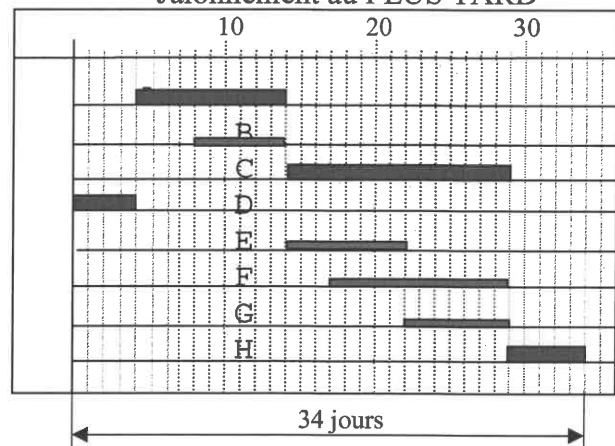
Exemple 1 :

Soit un projet comprenant 8 tâches définies par le tableau des antériorités ci-dessous :

Tâches	Tâches antérieures	Durée
A	D	10 jours
B	D	6 jours
C	A	15 jours
D	/	4 jours
E	B	8 jours
F	D	12 jours
G	E	7 jours
H	F, C, G	5 jours

Réseau des tâches en fonction des contraintes

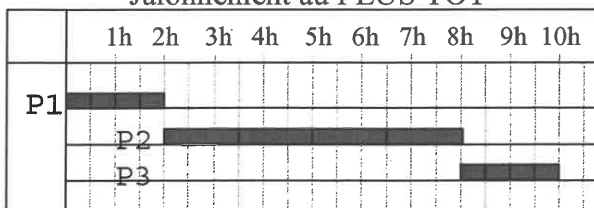
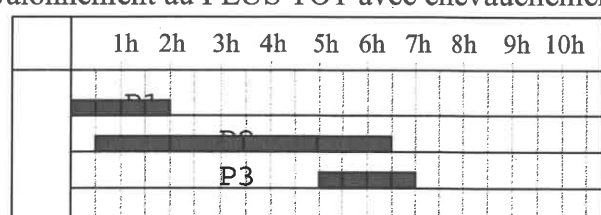
En rouge, le chemin « critique » est composé des tâches dites « critiques » pour lesquelles un retard éventuel de réalisation entraînerait une augmentation globale de la durée du projet (34 jours).

Jalonnement au PLUS TÔT**Jalonnement au PLUS TARD**

== flottement existant entre deux tâches correspond au retard que peut prendre une tâche particulière sans pour autant augmenter la durée globale de réalisation du projet.

Exemple 2 :

Soit l'ordonnancement de la production de 100 pièces référencées ZCC et devant subir des opérations sur les postes P1, P2 et P3.

Jalonnement au PLUS TÔT**Jalonnement au PLUS TÔT avec chevauchement**

Dans le premier cas la production se termine au bout de 10 heures. Si les lots sont fractionnés en 4, il est possible d'effectuer un chevauchement. Cela va se traduire par un transfert au poste suivant toutes les 25 pièces. La production se termine maintenant au bout de 7 heures, on a gagné 3 heures.

Définition :

D'origine japonaise *HOSHIN KANRI* (*HO* signifie méthode, *SHIN* signifie aiguille brillante aimantée et *KANRI* signifie maîtrise, management), est une méthode de management stratégique qui permet à l'entreprise de mobiliser toutes ses ressources pour se focaliser sur quelques points clés, c'est à dire des objectifs de progrès.



Objectifs :

La méthode Hoshin a trois objectifs :

- ◆ **L'intégration verticale** : l'ensemble du personnel de l'entreprise est orienté vers des objectifs communs. C'est l'image de la vision partagée, ou encore de cette aiguille de boussole indiquant la direction.
- ◆ **La coordination horizontale** : l'objectif est de conduire la démarche de progrès par un travail interdisciplinaire coordonné par des outils de planification et de contrôle.
- ◆ **L'optimisation des unités** : Les objectifs sont assignés à chaque unité en cascade jusqu'à la plus petite afin que les activités de chacun s'adaptent rapidement aux changements de la société et de l'environnement.

Principe :

Le Hoshin Kanri est fondé sur une utilisation efficace et performante du **PDCA** (fiche 17). Il vise un mode de management qui n'est pas fonction des seuls résultats mais s'inscrit dans la perspective d'améliorer sans cesse les systèmes de travail :

- ◆ La **planification stratégique** définit les objectifs prioritaires, les moyens et les ressources nécessaires à la réussite du projet.
- ◆ Le déploiement des **objectifs à tous les niveaux** doit permettre d'intégrer les actions requises dans les tâches quotidiennes.
- ◆ Un **contrôle permanent** doit éviter les dérives par rapport aux actions décidées : il doit donc être réactif.
- ◆ La vérification des objectifs doit nous conduire à des **améliorations** et à **stabiliser les bons résultats**.
- ◆ Les objectifs proposés doivent être à la fois **ambitieux** pour impulser une dynamique de progrès et **réalistes** pour ne pas décourager les acteurs.

Domaine d'application :

- ◆ Amélioration dans le travail courant : efficacité, qualité, diminution des délais, chasse au gaspillage, ...
- ◆ Résolution des problèmes : problèmes anciens ou récurrents, nouvelles difficultés, ...
- ◆ Innovations techniques, technologiques, management, ...
- ◆ Formations, développement personnel ou de l'équipe, ...

La démarche impose le contrôle à intervalles réguliers des résultats obtenus afin de les comparer aux objectifs.

Si les progrès attendus ne sont pas en accord avec le plan d'action mis en œuvre, les problèmes doivent être identifiés et des actions correctives engagées.

Diagramme ISHIKAWA ou Diagramme Causes / Effet

Présentation – démarche :

Le diagramme d'*Ishikawa* permet de visualiser les causes réelles ou supposées, pouvant provoquer un effet que l'on cherche à comprendre dans le cadre d'un cercle de qualité ou d'un brainstorming.

La construction de ce diagramme passe par plusieurs phases :

- Identification de l'**effet** considéré (défaut, non-qualité).
- Recensement de toutes les **causes** possibles.
- Regroupement par **famille des causes** (usuellement 5 à 6). Dans l'analyse d'un procédé, les causes fondamentales sont regroupées sous le vocable « 5M ».

⌘ **Machine** : c'est tout investissement sujet à amortissement (machine, outillage, locaux, ...)

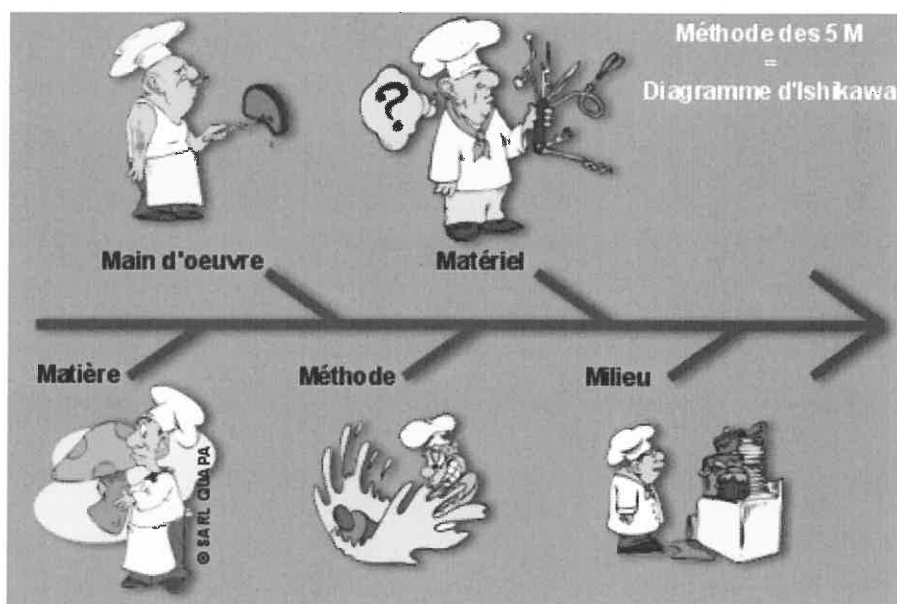
⌘ **Main d'œuvre** : c'est le personnel.

⌘ **Matière** : c'est tout ce qui est consommable

⌘ **Méthode** : c'est tout ce qui est lié à la définition du processus de production.

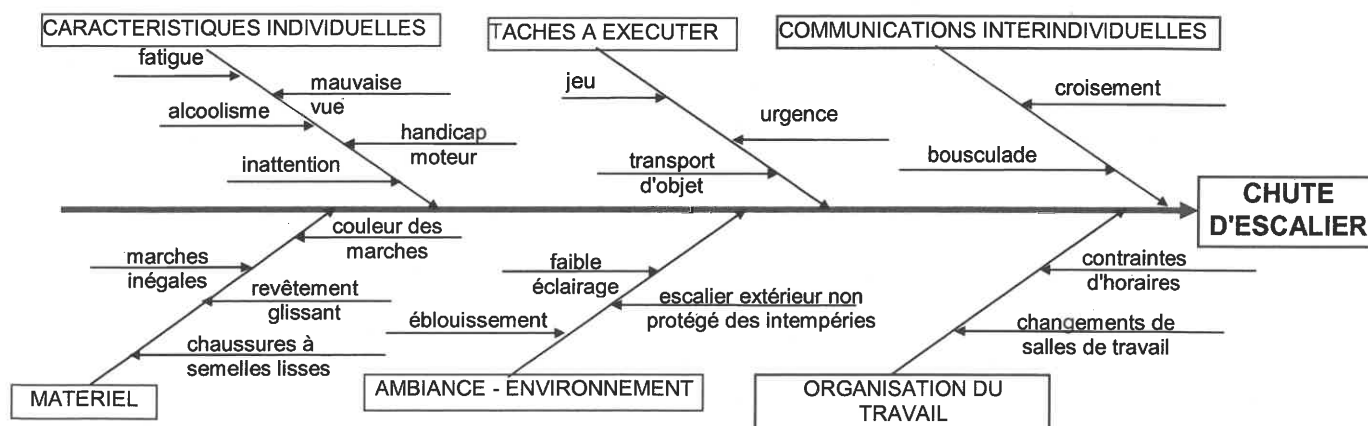
⌘ **Milieu** : c'est l'environnement (conditions de travail, ergonomie, sécurité, ...).

- Hiérarchisation des causes
- Dessin du diagramme.



En dehors des « 5 M », d'autres typologies sont possibles.

Exemple : diagramme causes /effet d'un accident.



Présentation :

*En 1987, une normalisation internationale sous la référence **ISO 9000** (I.S.O. signifie International Standard Organization) s'est imposée comme une référence en matière d'organisation d'un système qualité.*

*Toute entreprise soucieuse de gérer la qualité de ses produits et de ses services, souhaite apporter **la preuve** de cette qualité sur le plan interne (le personnel) et sur le plan externe (les clients).*

*L'**assurance qualité** définit l'organisation, matérialisée par un manuel, généralement dénommé manuel d'assurance qualité, qui a pour but de prouver cette qualité, quelles que soient les dispositions prises pour obtenir la qualité elle-même. Il appartient au client de vérifier que le référentiel et l'organisation d'assurance qualité proposés par le fournisseur sont compatibles avec ses besoins.*

*L'**évaluation** des systèmes d'assurance qualité se fait soit par des **auditeurs** désignés par le client, soit par des auditeurs de l'AFAQ (Association Française pour l'Assurance de la Qualité).*

Selon le type de produit ou service fourni, l'usage auquel il est destiné et les activités exercées par l'entreprise la certification s'effectue par rapport à l'un des trois modèles qui s'emboîtent comme des poupées russes.

➤ **Modèle 3 pour l'assurance qualité en contrôle et essais finals.**

*Il est défini par la norme **ISO 9003** qui en fixe les exigences. Ce modèle ne concerne que les produits dont les exigences sont contrôlables. Il couvre uniquement le domaine du contrôle et des essais, jusqu'à la livraison (voire jusqu'aux stades ultérieurs chez le client et qui deviennent de la responsabilité de celui-ci). En particulier, le produit contrôlé ou essayé doit pouvoir être « traçable » à partir de ce stade.*

Ce modèle tend à être négligé mais reste très bien adapté à certaines entreprises de sous-traitance.

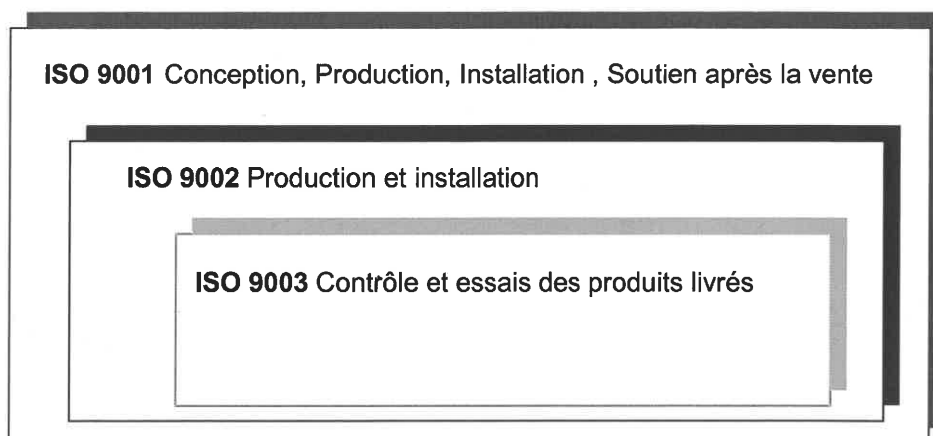
➤ **Modèle 2 pour l'assurance qualité en production et installation**

*Il est défini par la norme **ISO 9002** qui en fixe les exigences. Ce modèle ne concerne les produits à la fois non contrôlables et de conception bien définie. Il couvre à la fois le domaine de la réalisation, du contrôle et des essais et donc intégralement le domaine du modèle 3.*

La traçabilité du produit doit se faire depuis le stade de fabrication exigé par le client jusqu'à la livraison. Cette organisation permet d'alléger les contrôles des produits, en particulier en contrôle final.

➤ **Modèle 1 pour l'assurance qualité en conception, développement, production, installation et soutien après-vente.**

*Il est défini par la norme **ISO 9001** qui en fixe les exigences. Ce modèle couvre la totalité de la vie d'un produit et est en particulier nécessaire lorsque la conception a une importance déterminante sur la qualité du produit. Il reprend le domaine du modèle 2, donc le modèle 3.*



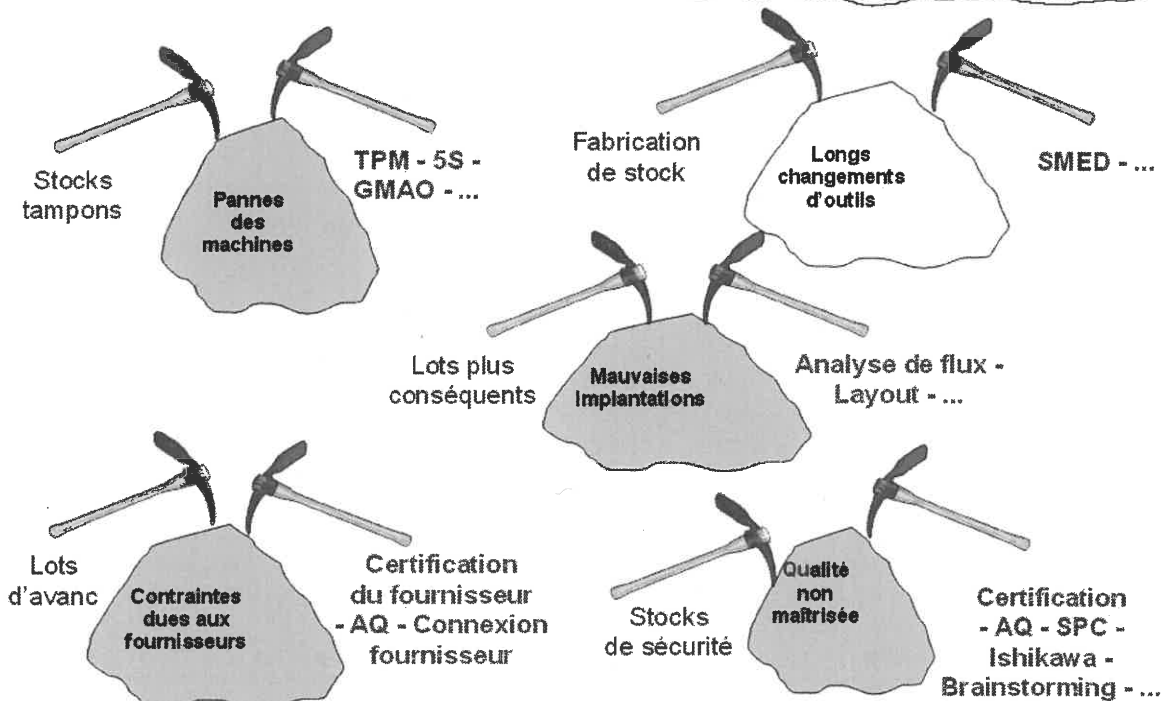
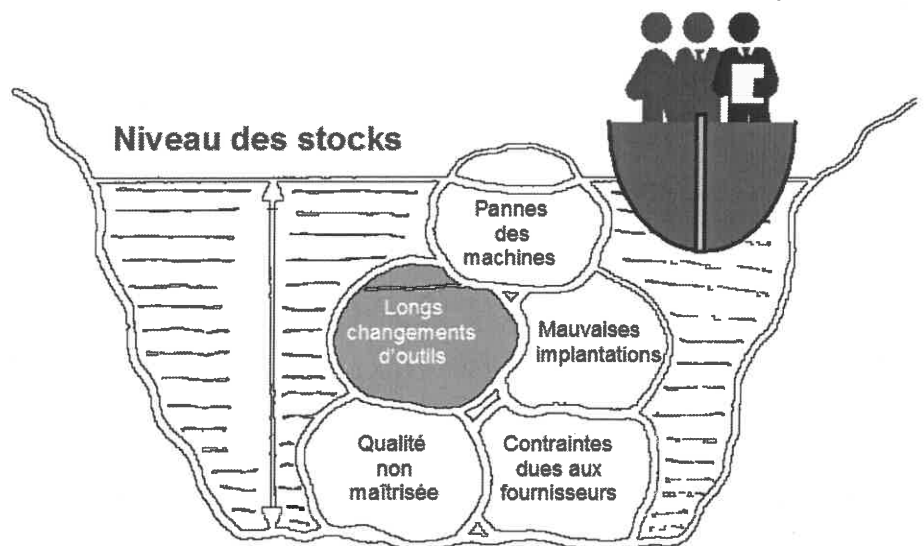
Présentation :

Les contraintes du marché imposent depuis déjà pas mal d'années une réforme des modes de gestion de la production afin de passer véritablement à une notion de "flux tirés". Ce n'est plus la planification qui "pousse" la production mais bien le marché qui la "tire". La prévision à long terme et la production sur stock de produits standards ne sont plus d'actualité depuis déjà quelques années.

Démarche :

Le juste à temps est une méthode d'approvisionnement qui consiste à se faire livrer les matières ou produits au moment exact du besoin pour une utilisation directe. Son but principal repose essentiellement sur la volonté de :

- Réduire les coûts logistiques d'approvisionnement, de production et de distribution, avec un intérêt particulier sur les coûts liés à la gestion des magasins rependus le long de la chaîne logistique.
- Eviter toute forme de gaspillage (7 MUDA). Le stockage de produits n'est pas sans risques (pertes, détournement, désuétude). Avoir à gérer peu ou pas de stocks allège profondément la gestion.
- Réduire les stocks de matières et les stocks de produits finis à travers une planification rigoureuse des approvisionnements et la mise sur pieds de programmes de livraisons (dates et quantités à livrer pour chaque référence). D'une part, cela diminue l'immobilisation des capitaux et les risques d'invendus.
- Réduire les stocks de production. Dans la chaîne de fabrication, la production d'un composant est déclenchée par une commande de l'atelier suivant (Méthode KANBAN). L'article produit doit parvenir à celui qui va l'utiliser juste au moment où il en a besoin. On parle alors de production par flux tendus ou flux tirés ;
- Réduire les défauts de fabrication, les rebuts et assurer la fabrication des produits de meilleure qualité. Le stockage peut faire perdre certaines propriétés essentielle des matières et consommables. Par ailleurs, la fabrication par petite quantité permet de mieux effectuer le contrôle sur ce que l'on produit. Ce procédé a pour effet immédiat la réduction des coûts de reprise ou de retouche. Un nombre réduit de retouches génère des économies en matières et composants.



Présentation :

*D'origine japonaise le mot « **Kaïsen** » vient de « kaï : étudier et zen : améliorer ». Il s'agit d'une démarche de la qualité totale qui repose sur une amélioration concrète, continue réalisée dans un laps de temps très court par une équipe pluridisciplinaire. C'est donc une méthode graduelle et douce qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale.*

Objectifs :

*Le **kaïsen** est centré sur la réduction de la valeur non ajoutée (NVA). Rappelons qu'une opération avec valeur ajoutée est une opération qui transforme ou modifie un produit, ainsi les opérations qui transforment une tôle d'acier en une portière d'automobile sont des opérations à valeur ajoutée.*

Dans les entreprises, on estime que 95% des opérations ne sont pas des opérations à valeur ajoutée, cela ne veut pas dire qu'elles sont toutes inutiles. L'objectif est de les réduire le plus possible sans affecter le produit vendu au client.

Un outil contre le gaspillage :

*Le **kaïsen** est un outil qui a la capacité d'agir sur les 7 principales sources de gaspillage :*

- ◆ ***Les produits défectueux** : mise en place de systèmes anti-erreurs, responsabiliser l'opérateur et l'inciter à suggérer des améliorations.*
- ◆ ***Le stockage inutile** pour diminuer les espaces.*
- ◆ ***La surproduction** : mise en place d'outils comme le juste à temps, le SMED pour diminuer la taille des lots, ...*
- ◆ ***Les attentes inutiles** : synchronisation des opérations.*
- ◆ ***Le transport inutile** : implantation des machines en fonction du processus.*
- ◆ ***Les tâches inutiles** : mise en œuvre des 5S, du SMED.*
- ◆ ***Les mouvements inutiles** : amélioration du poste de travail en faisant une analyse précise du déroulement des opérations.*

Conditions de la réussite :

- ◆ *La démarche **kaïsen** doit être formalisée : un tableau d'affichage identifie une situation à améliorer et reflète le changement souhaité.*
- ◆ *Le système doit prévoir une forme de récompense reconnue par tous.*
- ◆ *Le service des méthodes, dont le métier est précisément d'améliorer le système de production, doit trouver sa place dans le **kaïsen**.*

En résumé le KAÏSEN :

C'est quoi ? de l'amélioration.

Pourquoi ? améliorer la compétitivité.

Où ? en production au plus près des opérateurs.

Par qui ? une équipe pluridisciplinaire.

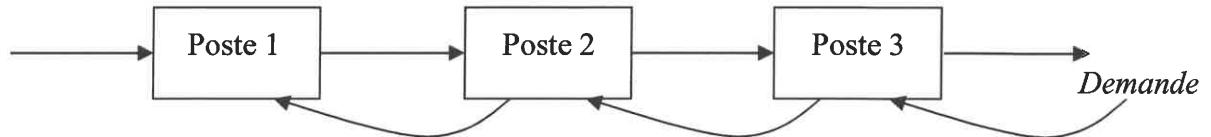
Comment ? par ses propres moyens.

Quand ? immédiatement.

Présentation :

La méthode **KANBAN** a été mise au point chez **Toyota** au Japon à partir de 1958 par **O. OHNO** (en japonais kanban signifie étiquette).

Elle pour but de définir les modalités de mise en route d'une production en **flux tiré**, c'est-à-dire dans laquelle ce sont les commandes-clients qui déclenchent automatiquement la production. Ces commandes sont exécutées par remontée poste par poste depuis la sortie.

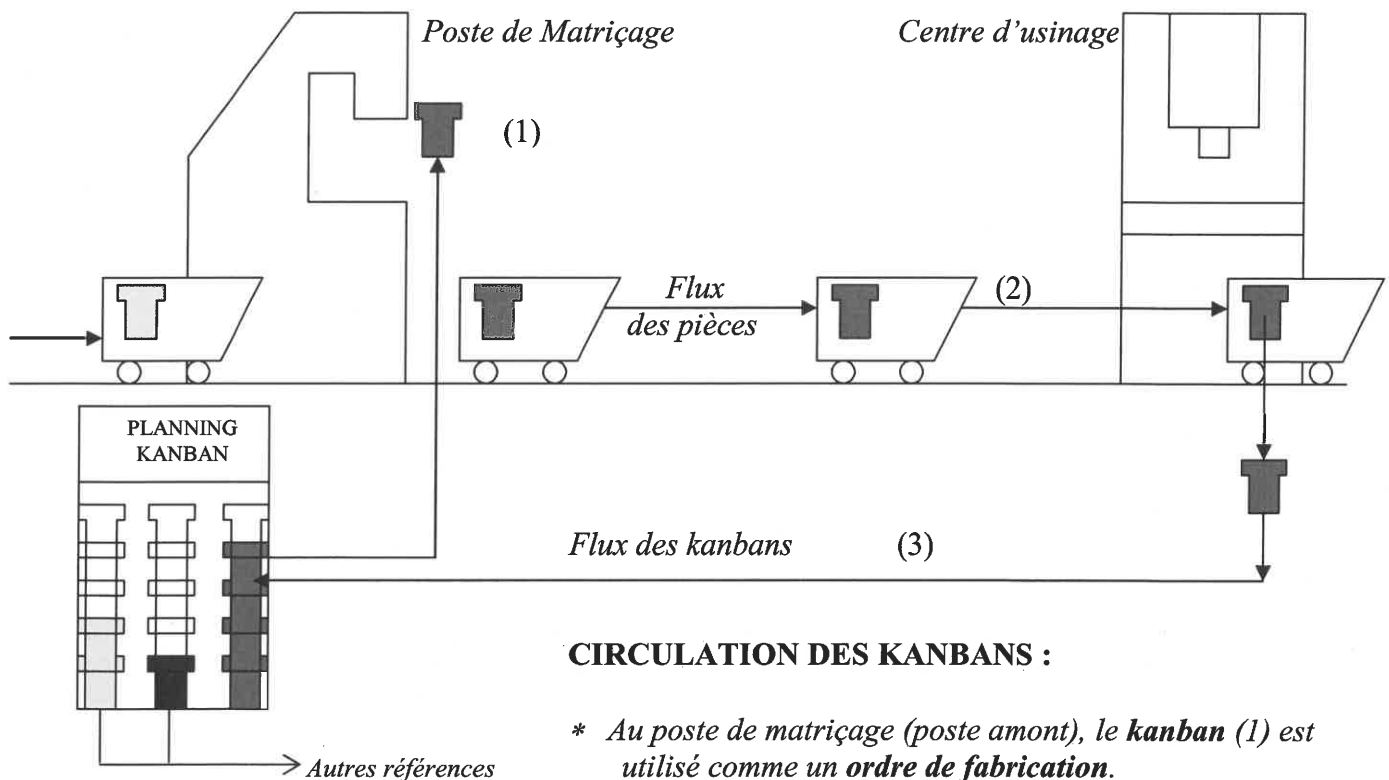
**Système d'information associé :**

Chaque poste de travail indique au poste amont, la nature de la pièce à produire (référence), la quantité correspondante, le lieu de localisation du poste aval.

Le système d'information doit faire remonter rapidement les besoins de l'aval vers l'amont, ce sera le rôle des cartes kanbans.

Principe de Fonctionnement :

La méthode **KANBAN** va consister à superposer un **flux physique** (les pièces matricées), à un **flux inverse d'informations** (les cartes kanban)

**CIRCULATION DES KANBANS :**

* Au poste de matriçage (poste amont), le **kanban (1)** est utilisé comme un **ordre de fabrication**.

- * Une fois le conteneur rempli, le kanban l'accompagne jusqu'au poste flux (2).
- * Les conteneurs sont placés en attente près du centre d'usinage (poste aval). L'opérateur « consomme » les pièces ; quand le conteneur est vide il renvoie le kanban (3) au poste de matriçage.
- * Quand le poste reçoit les kanbans, il doit produire ; quand il cesse d'en recevoir, il doit arrêter. **Les mises en fabrication sont directement pilotées par les besoins de l'aval.**

Remarque : Tout en utilisant le même principe, certaines entreprises parlent de **RECOR** (**RE**placement des **C**onsumptions **R**éelles) au lieu de Kanban.

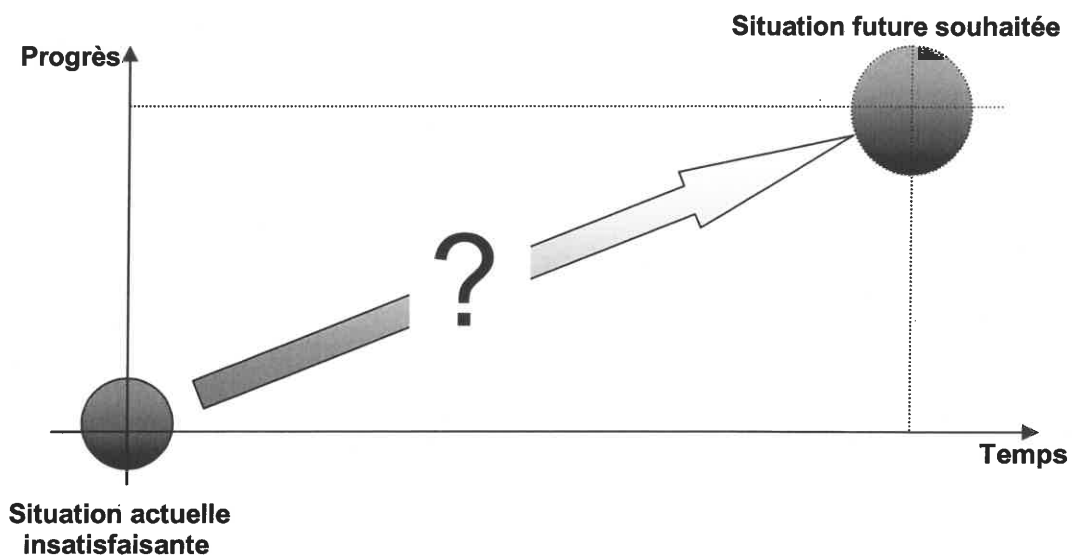
Présentation :

Chaque jour, nous sommes confrontés à de multiples problèmes de toute nature, qu'il nous faut résoudre :

- ♦ *corriger des situations insatisfaisantes,*
- ♦ *prévenir l'apparition de situations insatisfaisantes,*
- ♦ *améliorer des situations présentes.*

La résolution d'un problème nécessite :

- *une analyse précise des faits,*
- *une recherche des causes du problème,*
- *une méthode de résolution pour mettre en œuvre un plan d'action.*



Résoudre un problème, c'est passer d'une situation actuelle insatisfaisante à une situation future satisfaisante nécessitant de bien savoir poser le problème.

Les différentes étapes :

Etape 1 : Décrire le problème

- *Présenter et situer l'anomalie ou la préoccupation,*
- *Faire une analyse de la situation insatisfaisante par une observation et une description méticuleuse.*
- *Se fixer un objectif en décrivant la situation visée.*
- *Formuler le problème à résoudre.*

Etape 2 : Identifier les causes

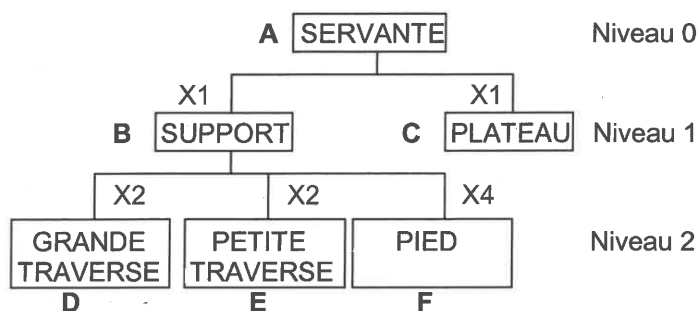
- *Rechercher toutes les causes possibles.*
- *Classer par ordre d'importance et sélectionner les causes.*
- *Vérifier et valider les causes.*

Etape 3 : Proposer et appliquer les solutions

- *Rechercher et proposer des solutions.*
- *Appliquer la(les) solution(s) et faire le bilan.*

Objectif :

Le **MRP**, pour **Material Requirements Planning** a pour objectif de définir les besoins en composants pour satisfaire la consommation, sur une période donnée, de produits finis rassemblant ces composants. Nous nous limiterons, ici, à cet objectif.

Démarche à partir d'un exemple :**➤ Etape 1 : collecter les données**

La nomenclature est une décomposition arborescente du produit. Elle est constituée de :

- composés et composants (articles),
- liens entre les articles,
- coefficient multiplicateur représentant la quantité d'un composant nécessaire pour la fabrication d'un composé,
- niveaux de nomenclature.

Le but du **Plan Directeur de Production** est d'établir un échéancier des produits finis à produire en fonctions des prévisions commerciales, des commandes clients et du stock prévisionnel de produits finis.

Dans l'exemple traité les **délais d'assemblage** de la servante et du support sont négligeables à l'échelle de notre étude. Le délai d'obtention du plateau est de 2 périodes. Les **délais d'obtention** des autres composants sont pour chacun d'une période.

Plan Directeur de Production

COMPOSE	PERIODES				
	N° Semaine	4	5	6	7
	P.D.P.	100	50	100	200

Articles disponibles et en-cours en période 3

A	B	C	D	E	F
20	0	10	100	100	400

➤ Etape 2 : Calculs

PERIODES		2	3	4	5	6	7
A	d0	BB		100	50	100	200
		AD	20	0	0	0	0
		BN		80	50	100	200
		OP		80	50	100	200
B	d0	BB	X1	80	50	100	200
		AD	0	0	0	0	0
		BN		80	50	100	200
		OP		80	50	100	200
C	d2	BB		80	50	100	200
		AD	10	0	0	0	0
		BN		70	50	100	200
		OP	70	50	100	200	
D	d1	BB		160	100	200	400
		AD	100	0	0	0	0
		BN		60	100	200	400
		OP	60	100	200	400	
E	d1	BB		160	100	200	400
		AD	120	0	0	0	0
		BN		40	100	200	400
		OP	40	100	200	400	
F	d1	BB		320	200	400	800
		AD	400	80	0	0	0
		BN		0	120	400	800
		OP	0	120	400	800	

◆ **Les Besoins bruts (B.B.)** du niveau 0 de la nomenclature proviennent du Plan Directeur de Production.

◆ **Les Besoins nets (B.N.)** sont exprimés par :
Besoins nets = Besoins bruts – Articles Disponibles

◆ **Ordre planifié (O.P.)** : c'est la quantité à approvisionner pour couvrir le besoin net. L'ordre planifié tient compte du délai d'obtention. Les délais sont indiqués dans la deuxième colonne du tableau de calcul (di).

Dans l'exemple traité les ordres planifiés sont égaux aux besoins nets, ce qui permet de ne pas générer de stock. Pour des raisons d'approvisionnements (groupement de commande, lots économiques, conditionnements, ...) les ordres planifiés peuvent être différents.

Origine :

O.P.T. signifie « *Optimized Production Technology* » (technologie de production optimisée). Cette méthode de gestion, apparue à la fin des années 70, est due aux frères Goldratt. Elle est basée sur une gestion de l'entreprise par ses goulets d'étranglements. Dans une entreprise on distingue deux types de ressources :

- ♦ Les goulets : ressources dont la capacité est inférieure ou égale à la demande du marché.
- ♦ Les non goulets : ressources dont la capacité est supérieure à la demande du marché.

Les neuf règles d'OPT :

- **Règle N°1 : Il faut équilibrer le flux et non les capacités.**

Supposons un atelier de production composé de 4 ressources :

A1 → capacité 200 par mois, A2 → capacité 200 par mois, A3 → capacité 200 par mois et X (ressource goulet) → capacité 100 par mois.

Enchaînement de la production : A1 → A2 → X → A3

Supposons que la demande du marché soit de 150 par mois. On ne peut produire au plus que 100. Même si les ressources alimentant le goulet subissent des aléas et ne peuvent plus, à un moment donné, alimenter le goulet, celui-ci ne pourra pas produire les 100 prévus.

- **Règle N°2 : Le niveau d'utilisation d'un goulet n'est pas déterminé par son propre potentiel mais par d'autres contraintes du système.**

Supposons un atelier composé de deux ressources : A1 → capacité 200 par mois et X → 100 par mois. A1 alimente X. La demande est toujours de 150. Si on utilise au maxi la capacité de la ressource A1, on va produire 200 dont 100 vont être stockés devant X, ce qui ne présente aucun intérêt au contraire !

- **Règle N°3 : Utilisation et plein emploi ne sont pas synonymes.**

En restant dans la situation précédente, supposons que notre ressource goulet tombe en panne et ne puisse produire que 90, que va-t-il se passer ? On ne peut produire que 90 en tout quelle que soit la fabrication amont et aval.

- **Règle N°4 : Une heure perdue sur un goulet est une heure perdue pour tout le système.**

C'est la machine goulet qui détermine le débit de sortie des produits de l'entreprise.

- **Règle N°5 : Une heure gagnée sur un non-goulet n'est qu'un leurre.**
- **Règle N°6 : Les goulets déterminent à la fois le débit de sortie et les niveaux de stock.**
- **Règle N°7 : Souvent, le lot de transfert ne doit pas être égal au lot de production.**

Lot de transfert : quantité de produits transférés d'une opération à l'autre.

Lot de fabrication : Quantité produite par une ressource entre deux changements de série.

- **Règle N°8 : Les lots de fabrication doivent être variables et non fixes.**

Car la taille des lots peut être modifiée pour respecter certains objectifs tactiques ou stratégiques (MRP).

- **Règle N°9 : Etablir les programmes en prenant en compte toutes les contraintes simultanément. Les délais de fabrication sont le résultat d'un programme et ne peuvent donc pas être prédéterminés.**

Les 9 règles d'OPT peuvent paraître évidentes et pourtant on constate que bien souvent elles ne sont pas mises en œuvre dans les entreprises...

Présentation :

C'est au marquis de **PARETO**, de son vrai nom Vilfredo Samoso (1848-1923) que l'on doit l'origine de cet outil. Cet économiste italien montra à l'aide d'un graphique que 20% de la population italienne possédaient 80% des richesses (loi des 80-20).

Objectif :

L'outil «Pareto» a pour but de sélectionner, dans une population, les sujets **les plus représentatifs** en regard d'un **critère chiffrable**. Généralement cette sélection sera effectuée pour simplifier l'étude d'un problème en ne retenant que les éléments les plus significatifs.

Exemple :

L'objectif de l'étude est l'analyse des temps d'arrêt d'une **ligne de fabrication de gâteaux** sur une période de fonctionnement d'une année.

L'étude permet d'affecter à chaque sous-système la somme des temps d'arrêt (en heures) correspondant.

Rep.	Sous-système	Temps d'arrêt	Rang	Sous-système	Temps d'arrêt	VALEUR CUMULEE	
1	Farineur	5	1	9 Reprise sur le surgélateur	50	50	32%
2	Laminoir R3A	4	2	3 Laminoir R2B	35	85	54.5%
3	Laminoir R2B	35	3	4 Alimentation enfourneur	25	110	70.5%
4	Alimentation enfourneur	25	4	5 Presse à former	15	125	80.1%
5	Presse à former	15	5	7 Sugélateur	10	135	86.5%
6	Pulvérisateurs	7	6	6 Pulvérisateur	7	142	91%
7	Sugélateurs	10	7	1 Farineur	5	147	94.5%
8	Découpe et récupérateur	3	8	2 Laminoir R3A	4	151	96.8%
9	Reprise sur le surgélateur	50	9	8 Découpe et récupérateur	3	154	98.7%
10	Tapis intérieur	2	10	10 Tapis intérieur	2	156	100%

**Représentation graphique des résultats :
courbe ABC**

On porte en abscisse, les sous-systèmes suivant la valeur décroissante des heures d'arrêt qui leur sont affectées.

On porte en ordonnées, les valeurs cumulées des heures d'arrêt.

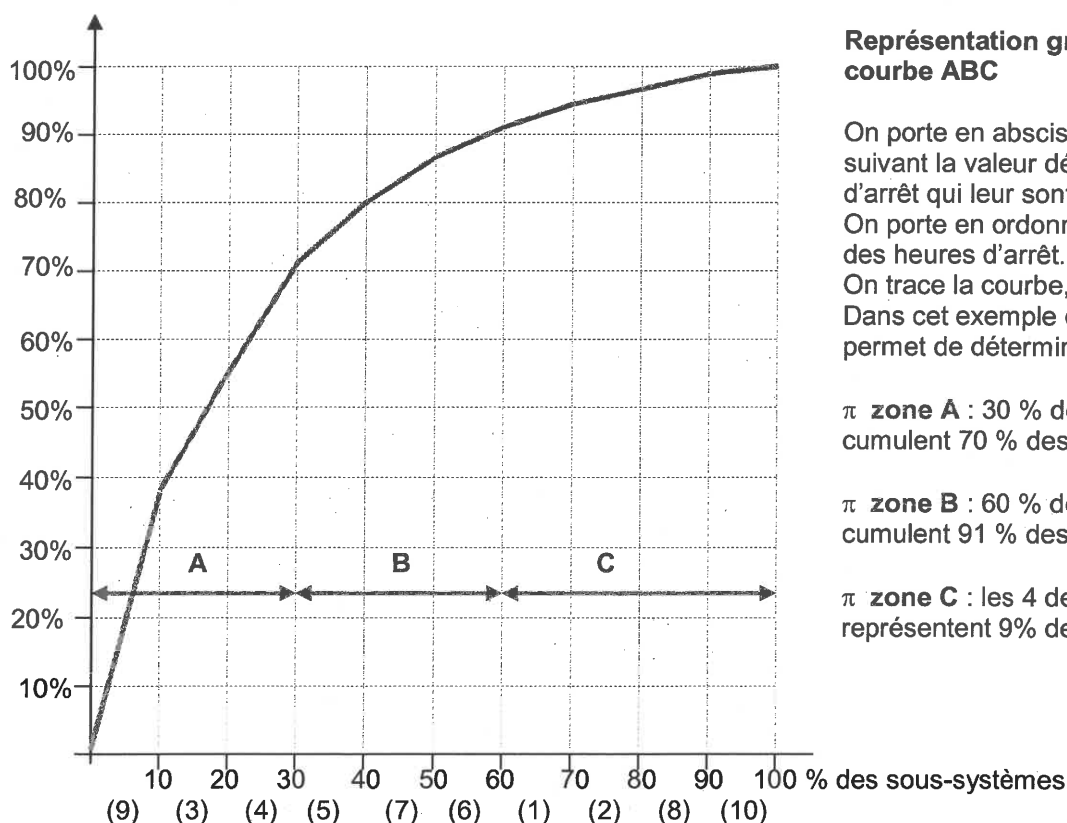
On trace la courbe, dite **ABC**.

Dans cet exemple d'application, cette courbe permet de déterminer trois zones :

π **zone A** : 30 % des sous-systèmes cumulent 70 % des heures d'arrêt.

π **zone B** : 60 % des sous-systèmes cumulent 91 % des heures d'arrêt.

π **zone C** : les 4 derniers sous-systèmes représentent 9% des heures de pannes

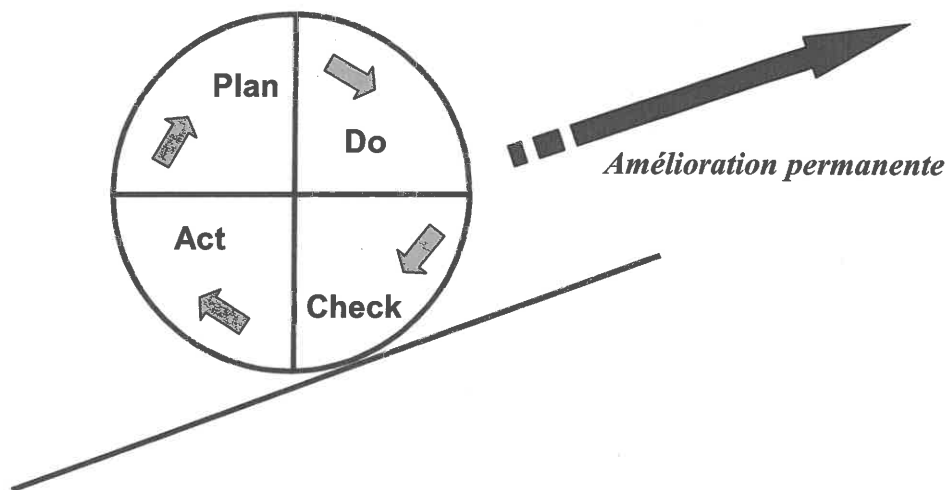


Concepts :

Des études indiquent que 80% des défauts des produits et services sont attribuables aux processus, alors que les ressources humaines ne sont responsables que dans une proportion de 20%.

*Pour être efficace, l'amélioration des processus doit suivre une stratégie. **Walter A. Shewhart**, expert en contrôle de qualité, a donné son nom à un cycle « **Plan, Do, Check, Act** : planifier, faire, vérifier, agir ».*

Les différentes étapes :



*Etape 1 – **Planifier** : réunir les données propres à l'unité considérée (filiale, département, section) permettant d'élaborer un plan de ce qui doit être accompli dans un certain laps de temps. Les objectifs doivent être clairement exprimés, les moyens et les ressources définis. Des indicateurs doivent permettre de suivre les progrès.*

Cette étape importante doit nous amener à poser les questions :

- *Quoi ? Choix du sujet, observation de la situation actuelle.*
- *Pourquoi ? Analyser les causes.*
- *QOQC ? Proposer des solutions.*

*Etape 2 – **Faire** : donner une suite par des actes au plan développé à l'étape précédente : les actions requises sont intégrées dans les tâches quotidiennes par les responsables de la section.*

*Etape 3 – **Contrôler** : contrôler les résultats de nos actions pour être certain que nous avons accompli ce que nous avons prévu. Le contrôle doit être réactif pour prévenir toute dérive.*

*Etape 4 – **Agir** : agir en apportant les changements nécessaires au plan pour mieux satisfaire le client et stabiliser ce qui donne de bons résultats.*

*Le cercle **PDCA** crée une amélioration permanente dans le processus étendu et peut être utilisé pour gérer tout sous-processus.*

*Si l'image de la roue **PDCA** traduit bien le processus itératif, il ne faut pas oublier que le mouvement décrit une spirale : une fois un objectif atteint, le suivant devra être plus ambitieux.*

Présentation :

La méthode PERT « *Program Evaluation and Review Technic* », a été mise au point aux Etats Unis en 1958 pour le programme de fabrication des fusées Polaris.

Le graphe PERT est composé d'étapes représentées par des cercles et de tâches représentées par des flèches dont la longueur est indépendante de la durée.

Démarche :

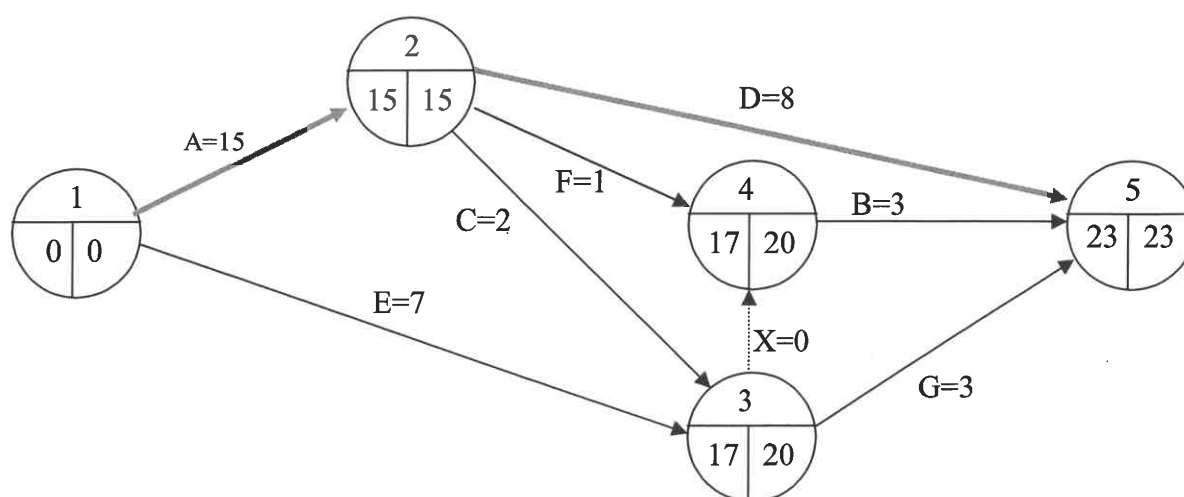
La méthodologie est la suivante :

- ❑ Recherche des différentes opérations du projet, des durées correspondantes et des liens entre ces différentes opérations.
- ❑ Construire le graphe normalisé.
- ❑ Calcul des dates au plus tôt et au plus tard, les marges de chaque opération.
- ❑ Détermination du chemin critique
- ❑ Représentation éventuelle sous forme de Gantt.

Exemple :

Soit un projet dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tâches	Tâches antérieures	Durée	Tâches	Tâches antérieures	Durée
A	/	15 jours	E	/	7 jours
B	A, C, E, F	3 jours	F	A	1 jour
C	A	2 jours	G	A, C, E	3 jours
D	A	8 jours			

**Construction du graphe :**

- ❑ Les tâches A et E sont au niveau 1 : ils n'ont pas d'antécédents. Dans le tableau, on barre A et E pour définir les tâches du niveau 2. Les tâches C, D, F sont de niveau 2. Dans le tableau, on barre C, D et F pour définir le niveau 3 : les tâches B et G. Les niveaux ainsi définis nous donnent la position des sommets de début des tâches correspondantes.
- ❑ Il faut créer une tâche fictive pour modéliser la condition d'antériorité : C et E précèdent B.
- ❑ La numérotation des sommets se fait de gauche à droite, dans la partie haute des sommets.
- ❑ Pour déterminer les tâches **au plus tôt**, on travaille de gauche à droite. Il faut additionner la durée des tâches les unes aux autres, en prenant la valeur la plus grande aux intersections. La valeur est indiquée dans la partie gauche des sommets.
- ❑ Pour déterminer les tâches **au plus tard**, on travaille de droite à gauche. Il faut soustraire la durée des tâches les unes aux autres, à partir de la date finale, en prenant la valeur la plus petite aux intersections. La valeur est inscrite à droite.
- ❑ Le **chemin critique** passe par les tâches dites critiques (sans flottement), qui sont celles pour lesquelles la date de réalisation au plus tôt est égale à la date de réalisation au plus tard.

Origine :

Le **Poka - Yoké** est un terme japonais dérivé de « **poka** » signifiant « erreur » et « **yokery** » signifiant « éviter ». Il s'agit d'un détrompeur ou d'un système anti - erreur. Ce sont souvent des systèmes simples astucieux qui permettent de déceler et éviter les erreurs.

Domaine d'application :

Le **poka-yoké** peut s'appliquer :

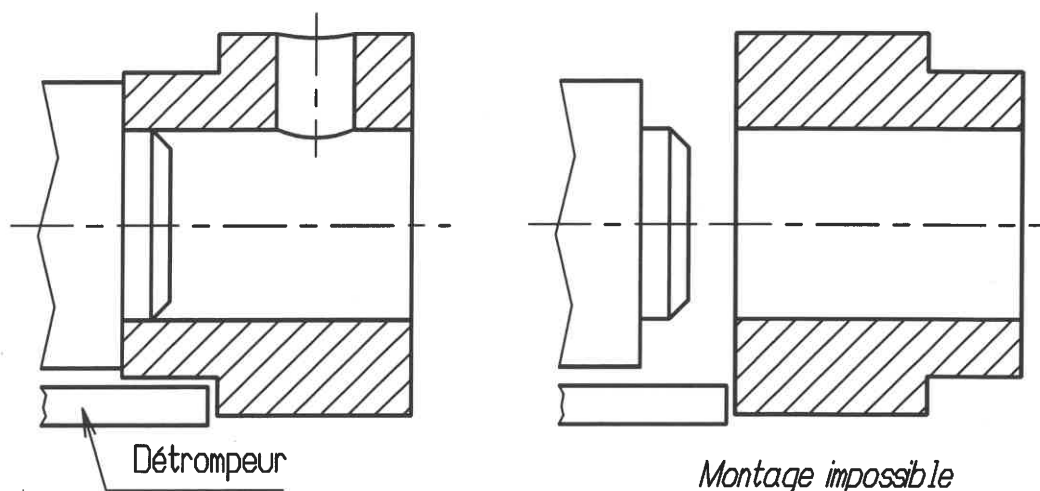
- à l'approvisionnement des matières premières,
- au démarrage du flux de production,
- à toutes étapes de la production où une erreur peut se produire.

Quelques exemples :

Une pièce ne peut être libérée que si l'opération à surveiller a bien déclenché un contact (engagement d'une pièce sur un convoyeur).

Un système de gabarits retient les pièces à géométrie non conforme (alimentation par bol vibrant).

Un système mécanique rend impossible le montage d'une pièce ou d'un outil à l'envers : voir figure ci-dessous).



But :

*Ce questionnaire type est un outil qui permet de décrire une situation ou une action. Il peut servir d'introduction à un **brainstorming**.*

Champ d'application :

Cet outil est utilisé pour :

- *identifier un problème,*
- *mettre en place une organisation demandant des relevées, un enquête, ...*
- *valider des causes en mettant en place des essais, des tests, ...*
- *organiser une mise en œuvre de solution,*
- *etc.*

Questionnement :

QUOI ?	De quoi s'agit-il ? Quel produit ? Quel constituant ? Quelle étape du procédé ? Quel défaut ? ...
QUI ?	Quelles sont les personnes concernées ? Quelle équipe ? Quel service ? Quelle qualification ? ...
OU ?	A quel endroit ? A quelle étape du processus ? Dans quel secteur ? Sur quelle opération ? A quelle distance ? ...
QUAND ?	A quel moment ? A quelle époque ? A quelle heure ? Depuis quand ? La nuit, le jour ? L'été, l'hiver ? ...
COMMENT ?	Sous quel forme apparaît le problème ? Par quel contrôle ? Dans quel cas de figure ? ...
POURQUOI ?	Pourquoi réaliser telle action ? Pourquoi respecter telle procédure ? Le pourquoi peut être croiser avec les autres questions ? Pourquoi lui ? Pourquoi là ? Pourquoi comme ça ? ...
COMBIEN ?	Cette question permet de chiffrer. Combien de défauts, de rebuts ? Combien de francs ? Combien de temps perdu ?

Présentation :

Un **Muda** est une forme de gaspillage, tel que désigné dans le système de production de Toyota, largement copié par les autres industriels.

Dans ce cadre, la réduction des muda se fait par une démarche d'amélioration continue (Kaizen).

Les 7 MUDA :

1. L'attente, c'est-à-dire en éliminant les pauses et les arrêts non voulus. En produisant selon la méthode JAT, donc en évitant de produire pour stocker, les arrêts non désirés de la chaîne de production deviennent extrêmement critiques pour le respect des délais de livraison. Au moment où ils surviennent, la recherche de la cause devient prioritaire, ce qui n'est pas le cas avec la méthode traditionnelle.

2. Le transport et la manutention représentent aussi une source possible de gaspillage. De fait, un aménagement non fonctionnel augmente les distances lors de déplacements obligatoires. Afin d'éliminer ces pertes, il est nécessaire de s'assurer un aménagement optimal ainsi que de conserver les lieux de travail propre et en ordre.

3. Les stocks de surplus, c'est-à-dire les produits qui ne font pas encore l'objet d'une commande d'un client. Il est primordial d'éliminer ce genre de stocks, car ils font augmenter les frais de stockage, les besoins en espace d'entreposage, les primes d'assurance, etc. De plus, l'élimination de cette source de gaspillage permet de diminuer le stock de matières premières et de produits en cours.

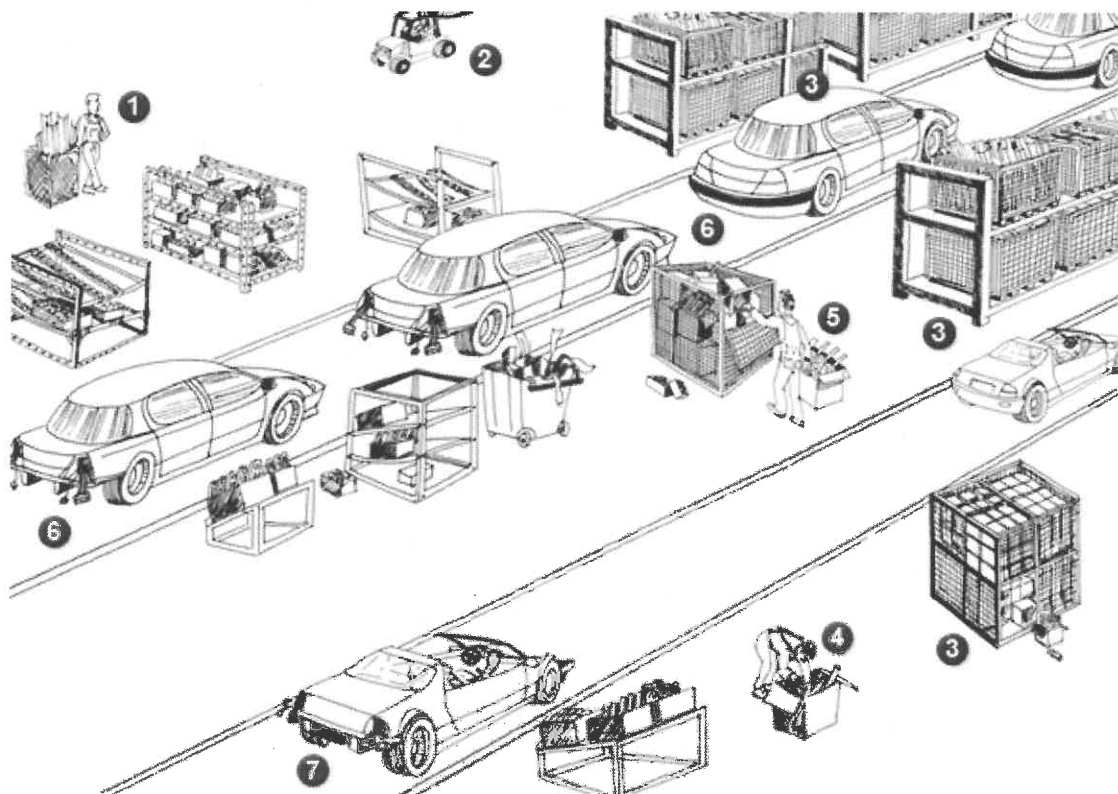
4. Les mouvements inutiles. Ainsi, tout mouvement qui n'ajoute aucune valeur doit être éliminé.

5. Les défauts de fabrication. De fait, tout produit défectueux doit être, soit mis aux ordures, soit réusiné, ce qui peut entraîner des retards de livraison ou encore nécessiter le rapatriement de produits déjà vendus. En éliminant le plus possible les rejets de produits, on augmente la satisfaction des clients mais aussi les profits de l'entreprise.

On comprendra donc que ces sept sources de gaspillage peuvent engendrer d'énormes coûts pour l'entreprise, sans ajouter de valeur au produit.

6. La surproduction, c'est-à-dire en fabriquant plus de produits qui dépassent la demande, car cela entraîne un surplus de marchandise, de main d'oeuvre, de machines, d'espace, de manutention sans compter l'augmentation des probabilités de casse des produits finis. Il est donc préférable de produire selon une méthode synchrone, suivant la demande.

7. Les transformations inutiles du produit, autrement dit, il faut éliminer toute transformation qui n'ajoute aucune valeur au produit et qui est, en fait, reliée au processus lui-même.



Présentation :

Le modèle mis au point par Toyota fait état de **trois « maux »** regroupés régulièrement sous l'appellation « **3M** ». Ces trois « M » font référence aux termes « **MUDA** », « **MURA** » et « **MURI** » qui représentent respectivement: « **Les gâchis** », « **la variabilité** » et « **l'excessif** ».

↳ Les « Mudas »

Les gaspillages, dans le cadre du terme « **MUDA** », correspondent à **toute action délibérée qui n'apporte pas de valeur ajoutée au produit** (exemple: rebut dû à un réglage machine ou encore une manutention de pièce inutile).

Taiichi Ohno, un des pères fondateur du modèle Toyota identifia **7 gaspillages** principaux:

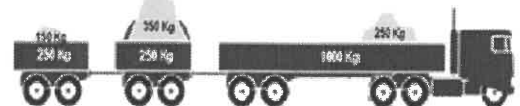
1. La **surproduction**.
2. Les **temps d'attentes inutiles**.
3. Les **transports**.
4. Les **stocks inutiles**.
5. Les **étapes n'apportant aucune VA dans les processus**.
6. Les **déplacements humains inutiles**.
7. La **non qualité produit**.

(suite à la lecture d'ouvrages sur le sujet, je rajouterai un huitième gaspillage qui serait : « la sous utilisation des compétences au sein des équipes »)

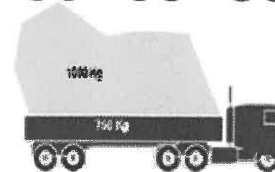
MUDA



MURA



MURI



↳ La variabilité ou « Mura »

Un opérateur n'aura pas la même gestuelle qu'un autre à un poste donné, l'application d'une colle par une machine ne sera pas tout le temps similaire ou encore un stock palliatif sera mis en place pour faire face aux écarts de prévisions...

Ce qu'on appelle **variabilité** dans la philosophie Lean est un **gaspillage « subie »** **préjudiciable pour l'entreprise** car il peut engendrer des gaspillages de ressources ainsi que des pertes de performance.

Le Lean par l'identification des Muras, vise à maintenir au sein de l'entreprise un flux régulier garanti par des standards respectés, une facilité de répétabilité des opérations et une fiabilité des mesures. En outre, standardiser vos process permet de cadrer votre activité et de détecter rapidement les écarts pour pouvoir y remédier rapidement.

↳ L'excessif ou « Muri »

Le terme « **Muri** » désigne **l'utilisation de moyens disproportionnés par rapport au besoin réel pour atteindre le résultat visé**. Prenons un exemple. Vous avez fait construire un entrepôt de stockage. Pour toutes les opérations de manutention en zone picking, vos opérateurs n'auraient besoin que de tire palette. Au lieu de ça, vous avez équipé votre équipe picking de chariots élévateurs. C'est typiquement ce que caractérise le terme Muri. **Le surdimensionnement d'un outil par rapport au besoin réel !**

De façon générale un Muri sera souvent dû à **une volonté de se créer une sécurité supplémentaire ou alors à un manque de bon sens**. Il faudra donc surement revoir des standards ou la politique de l'entreprise pour pouvoir remédier à ses excès qui sont au final surement des investissements inutiles...



Présentation :

Le **simogramme** est la **représentation temporelle** des événements simultanés ou successifs dans l'accomplissement d'un travail.

En fabrication mécanique, il accompagne une étude de phase et est réalisé à partir d'une échelle des temps.

Exemple :

ETUDE DE PHASE							
PHASE :	MACHINE :	DESIGNATION DE LA PIECE :	MATIERE :	PROGRAMME :			
20	Centre Vertical Réalméca C200	Guide Fraiseuse portative	A C-AISi7Mg	Lot de 100 pièces			
TEMPS SERIE (PREPARATION)							
REP,	DESIGNATION DES OPERATIONS		Ts en Cmin*				
a	Installer le porte-pièce		1 000				
b	Installer les outils sur le changeur		500				
c	Télécharger le programme, les jauges outils		500				
d	Vérifier les paramètres de référence et de décalage		1 000				
e	Usiner la pré-série		1 500				
f	Organiser le poste (matériel de contrôle)		500				
g	Déséquiper le poste et nettoyer		1 000				
			TEMPS SERIE		6 000		
OPERA-TION	DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILLAGES	TEMPS en Cmin				
			Tt	Ttm	Tm	Tz	
1	Prendre et monter pièce dans montage	Montage d'usinage FRP02M20	150		60		
2	Fermer carter de protection				10		
3	Appuyer sur départ cycle				5		
4	Usiner pièce						
5	Ouvrir carter de protection				10		
6	Démonter pièce du montage				30		
7	Poser pièce sur desserte				10		
8	Nettoyer montage (les appuis avec soin)	Montage de contrôle FRP02C20				10	
9	Contrôler pièce						
		TOTAUX	150		135	80	

SIMOGRAMME

Ttm

Tt

Tm et Tz

1

2 3

4

5

6

7 8

9

Période = ∑ Tm + ∑ Tt + ∑ Ttm = 285 Cmin

Cmin : Centième de minute

Temps total de réalisation des 100 pièces : $T = Ts + 100 \times \Sigma Tu = 6000 + 285 \times 100 = 34\,500 \text{ Cmin}$ soit **5,75 heures**

Définitions :

Tm Temps humain : temps correspondant à un travail humain, physique ou mental, dépendant uniquement de l'action de l'opérateur.

Tt Temps technologique : temps de travail dont la durée dépend uniquement des conditions technologiques d'exécution.

Ttm Temps techno-humain : temps de travail pendant lequel l'activité de l'exécutant dépend des conditions techniques de transformation (exemple : perçage sur une perceuse sensitive)

Tz Temps masqué : temps d'un travail accompli pendant la réalisation d'un autre travail dont seule la durée est prise en compte.

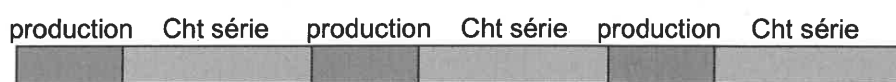
Présentation :

D'origine japonaise, le **SMED** est une méthode d'organisation qui cherche à **réduire le temps de changement de série**, avec un objectif quantifié.

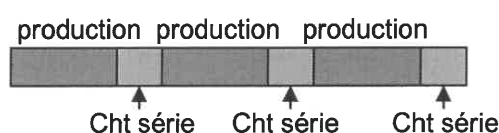
SMED « **Single Minute Exchange of Die** » peut se traduire par « **Changement d'outil en moins de 10 minutes** », **Single Minute** signifie que le temps en minutes nécessaire au changement doit se compter avec un seul chiffre.

Un des principaux obstacles à la flexibilité de la production est la durée des temps de changements de série.

Le chronogramme suivant :



devrait être remplacé par



Principe :

L'analyse du processus de changement de séries permet de constater que celui-ci est composé de 2 types d'opérations :

- ❑ des **opérations internes** qui ne peuvent être effectuées que lorsque la machine est l'arrêt,
- ❑ des **opérations externes** qui peuvent et doivent être effectuées pendant le fonctionnement de la machine.

Démarche :

Pour développer une démarche SMED dans l'entreprise, il faut commencer par analyser la situation (le **POURQUOI ?**), afin de choisir le secteur le plus urgent à améliorer et de mettre en œuvre la méthodologie (le **COMMENT ?**). Cette dernière comporte 4 phases :

➤ PHASE 0 : IDENTIFIER

- QUOI ? Opération interne (machine arrêtée).
Opération externe (machine en fonctionnement).
- COMMENT ? Vidéo « voir, c'est déjà une opération créatrice ... ».

➤ PHASE 1 : EXTRAIRE

- QUOI ? Opérations internes.
- COMMENT ? Check-list.

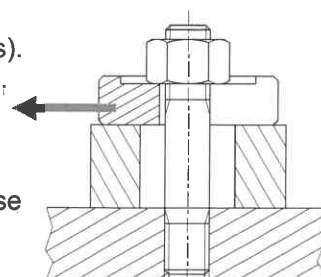
➤ PHASE 2 : CONVERTIR

- QUOI ? Opérations internes en opérations externes.
- COMMENT ? Préparer à l'avance des conditions de fonctionnement de l'outil.
Standardiser les fonctions (il n'est pas nécessaire de changer les outils du magasin sur un centre d'usinage lors du changement de série).

➤ PHASE 3 : REDUIRE

- QUOI ? Opérations internes et externes.
- COMMENT ? Mise en parallèle d'opérateurs (2 réglages).
Adoption de la synchronisation de tâches.
Serrage fonctionnel (*).
Élimination des réglages.

(*) L'écrou est serré lorsqu'on visse le dernier filet, l'écrou est desserré lorsque l'on dévisse le dernier filet.



Présentation :

Dans la mise en place du SPC, après avoir vérifié, dans le cas du contrôle par mesures, que la distribution suivait la loi normale, il y a lieu de comparer les possibilités de la machine aux tolérances spécifiées.

Les indicateurs utilisés sont :

- **Cp : indice de capabilité du procédé**
- **Cpk : coefficient de capabilité du procédé (indicateur de dérèglement)**

⊗ **Indice de capabilité : Cp**

$$Cp = \frac{T_s - T_i}{6 \sigma_i}$$

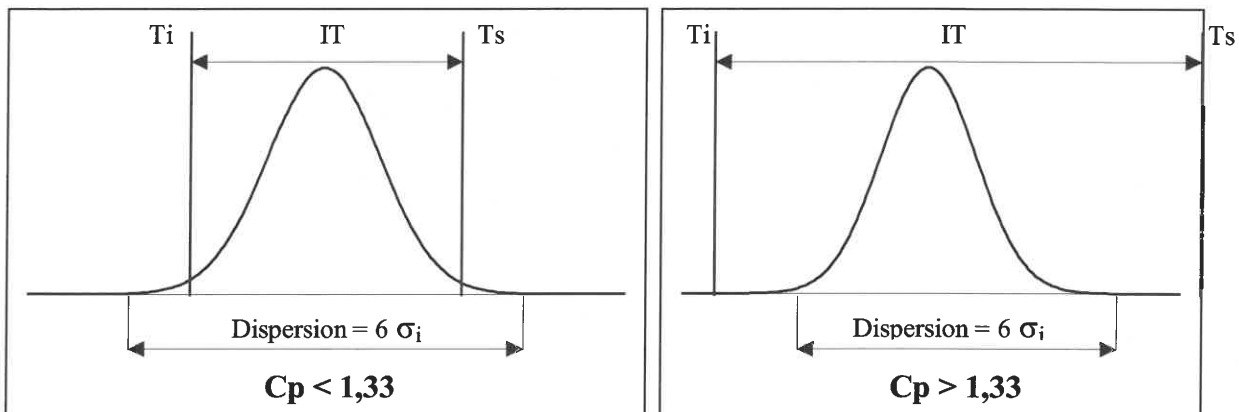
T_s : Tolérance supérieure

T_i : Tolérance inférieure

σ_i : écart-type instantané

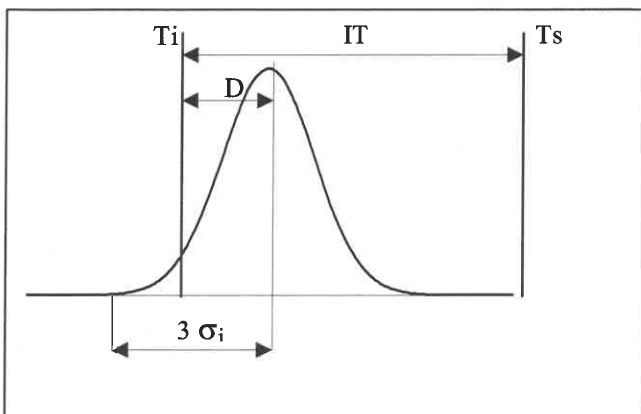
$T_s - T_i = IT$ = Intervalle de tolérance

On retient généralement 1,33 comme limite de capabilité pour Cp.



⊗ **Coefficient de capabilité : Cpk**

$$Cp = \min \left\{ \frac{T_s - \bar{X}}{3 \sigma_i} \text{ ou } \frac{\bar{X} - T_i}{3 \sigma_i} \right\}$$



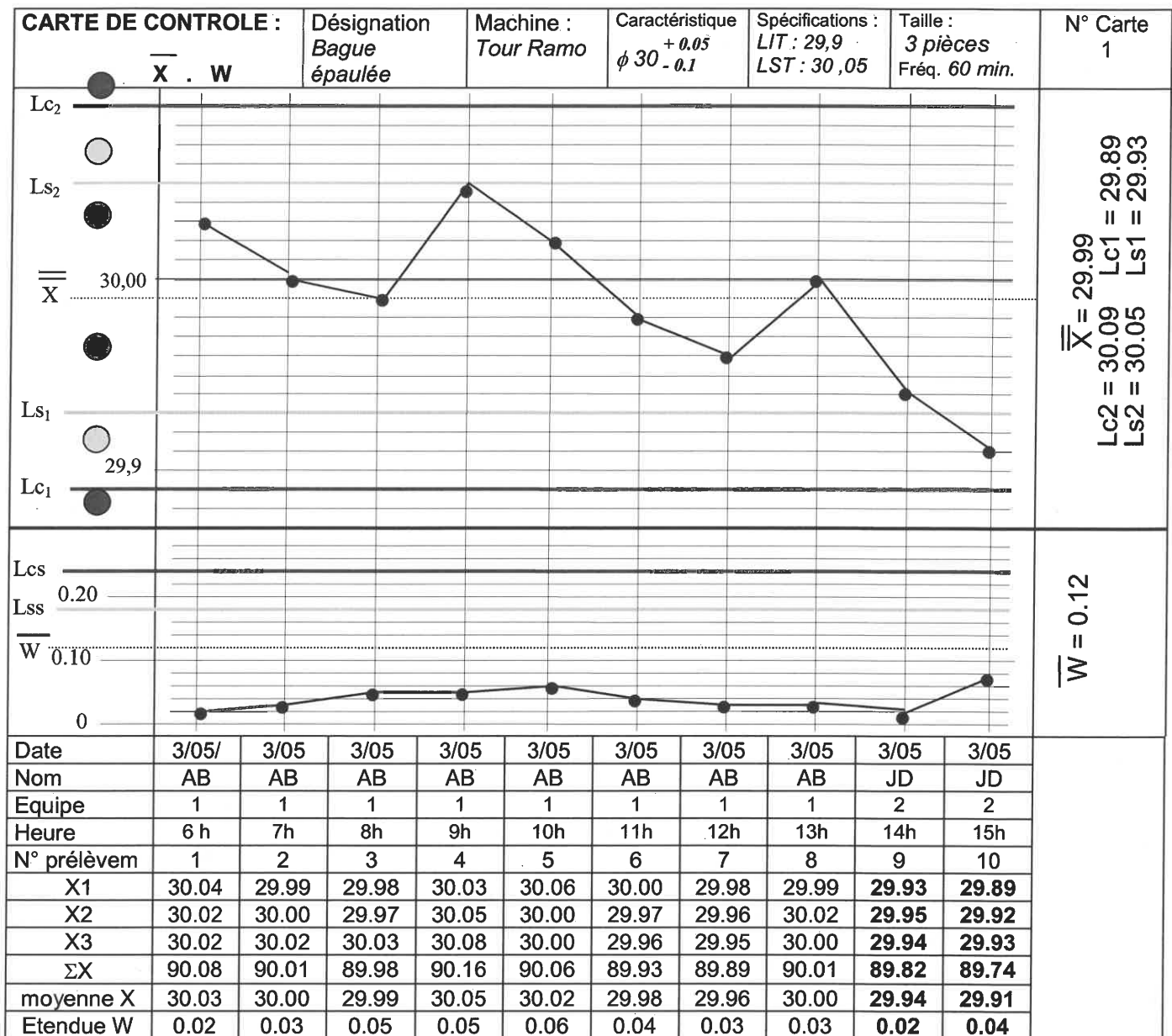
Dans le cas représenté $Cp \text{ mini} = \frac{D}{3 \sigma_i}$

Un procédé, pour être capable, ne doit pas produire de pièces défectueuses. Le critère à retenir est la Cpk qui inclut à la fois la capabilité intrinsèque et le dérèglement.

Un procédé est capable si son Cpk est supérieur à 1,33

Présentation :

L'objectif d'une carte de contrôle est de donner une image de la façon dont le processus se déroule.



Pour suivre l'évolution du procédé, on prélève régulièrement (ici toutes les heures) un échantillon (ici 3 pièces consécutives) de la production.

La moyenne de la caractéristique surveillée ($\bar{X}$) est calculée : $(X1+X2+X3)/3$ ($\bar{X}$), ainsi que l'étendue (W) : $X_{max} - X_{min}$. Ces valeurs sont reportées sur le graphique.

La surveillance se fait par rapport aux limites de surveillance (LS) et les limites de contrôle (LC)

Exemple :

- **Prélèvement 9 :** $\bar{X}$ est entre Ls_1 et Ls_2 → attendre la fréquence normale de prélèvement (aucune action particulière)
- **Prélèvement 10 :** $\bar{X}$ entre Ls_1 et $Lc1$ → prélever un nouvel échantillon, puis calculer $\bar{X}$ et porter $\bar{X}$ sur la carte et décider. Si point confirmé : arrêter la production, puis procéder à un réglage, sinon le prochain prélèvement aura lieu à la fréquence prévue.

Présentation

Parmi les outils contrôle, le **S.P.C.** (Statistical Process Control), encore appelé **M.S.P.** (la Maîtrise Statistique des Procédés) prend une place de plus en plus importante.

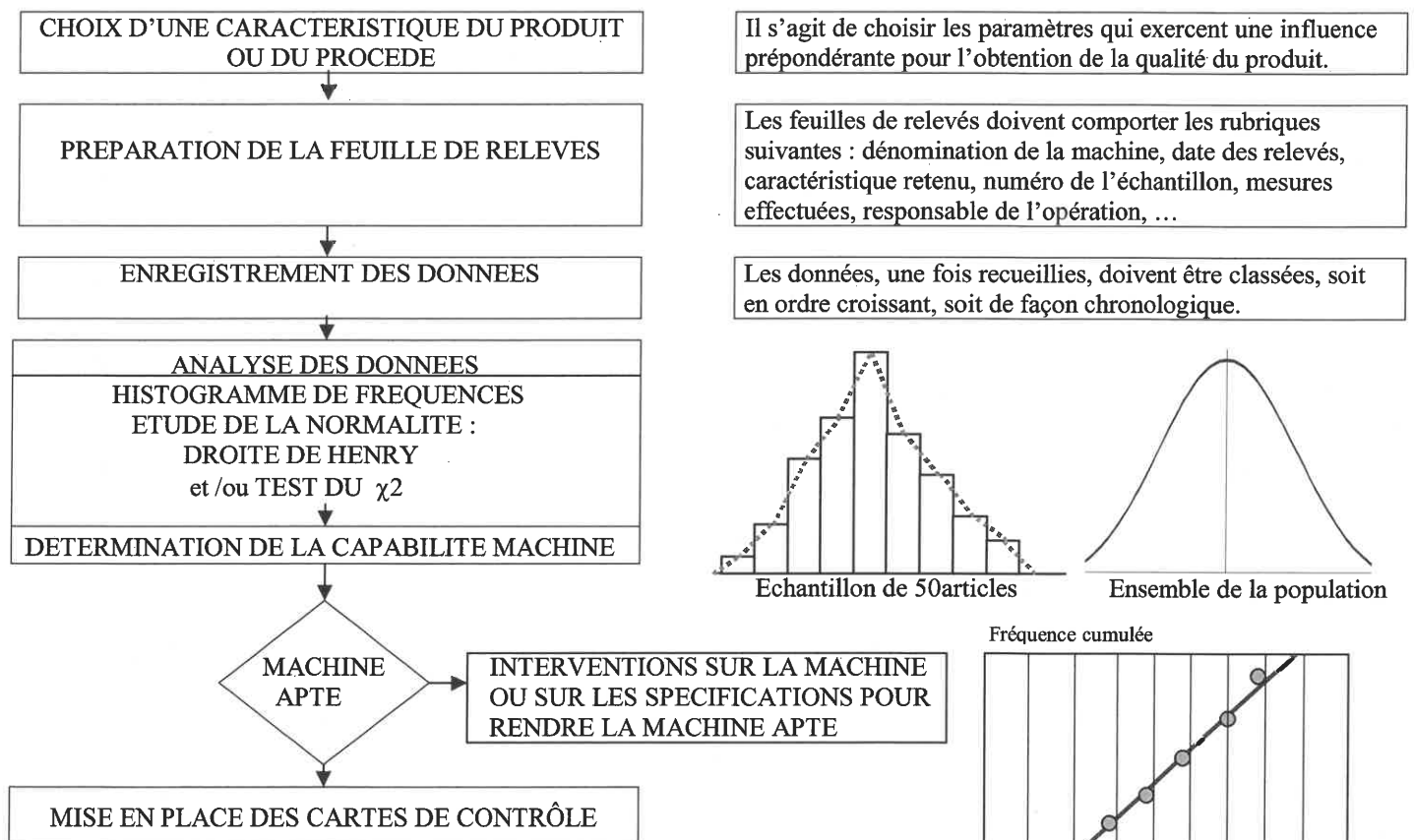
Outil adapté aux opérateurs sur les postes de travail, il permet de tendre vers zéro défaut. La méthode S.P.C. repose sur trois principes fondamentaux :

- La priorité est donnée à la prévention (intervention avant de produire des rebuts).
- La référence au procédé tel qu'il fonctionne (qualification machine).
- La responsabilisation de la production et la participation active des opérateurs.

Présentation :

L'interprétation des données est essentielle et il convient d'être extrêmement rigoureux. Il existe deux grandes catégories de données :

- les données de mesure (type discontinu), comme la longueur, le poids, la température qui peuvent prendre toutes les valeurs dans un intervalle donné.
- les données dénombrables (de type discret), comme le nombre de défauts, le pourcentage de pièces défectueuses.

Les étapes de mise en place des cartes de contrôle aux mesures :

Les Plans d'Expériences

La méthode du Docteur TAGUCHI

Présentation :

La méthodologie Taguchi, qui met en œuvre les plans d'expériences, est un des outils de la qualité. Les industriels sont souvent amenés à procéder à des essais pour lesquels un grand nombre de paramètres sont susceptibles d'influer sur la performance du système étudié. Ces essais souvent conduits d'une façon empirique et par tâtonnements donnent des résultats qu'il est difficile d'exploiter. La méthode des plans d'expériences permet :

- *de planifier de façon rigoureuse les essais en vue d'un objectif parfaitement défini,*
- *de diminuer le nombre d'essais,*
- *d'interpréter plus rapidement les résultats en fournissant un modèle expérimental.*

Démarche en 6 phases :

- ❑ **Phase 1 :** *Décrire le problème à résoudre en essayant de quantifier l'objectif à atteindre.*
Exemple : Optimiser la quantité de vernis recouvrant les pièces mécaniques dans une installation de vernissage.
- ❑ **Phase 2 :** *Sélectionner les paramètres les plus influents après fait un recensement exhaustif. Les paramètres listés non retenus seront maintenus constants au cours des essais.*
Exemple : Pourcentage de diluant, distance entre le pistolet et la pièce, ouverture de la buse, pression du pistolet, vitesse d'avancement des produits.
- ❑ **Phase 3 :** *Construire le plan en utilisant des tables ayant des propriétés d'orthogonalité pour configurer les combinaisons des facteurs à tester. La propriété d'orthogonalité permet de faire varier dans un série d'essais plusieurs facteurs en même temps sans que l'effet influe sur les autres facteurs. Cette propriété a pour conséquence de diminuer le nombre d'essais.*
- ❑ **Phase 4 :** *Réaliser les essais en reproduisant sur le produit ou le processus chaque combinaison du plan et en consignnant les réponses dans un tableau.*
- ❑ **Phase 5 :** *Analyser les résultats. Il existe deux méthodes complémentaires : l'analyse graphique mise au point par Tagushi et l'analyse statistique. Cette dernière permet de faire la part due à l'influence réelle des paramètres de la part due au hasard.*
- ❑ **Phase 6 :** *Conclure à partir de la synthèse des résultats obtenus et décider des actions à mener (réglages des paramètres, remise en cause de la conception du produit ou du processus).*

A l'époque où chaque entreprise doit optimiser très vite ses produits et ses processus, une démarche rigoureuse et efficace s'impose. Les plans d'expérience répondent à ces exigences.

Présentation :

Maintenance : maintenir en bon état, c'est-à-dire réparer, nettoyer, graisser, et accepter d'y passer le temps nécessaire.

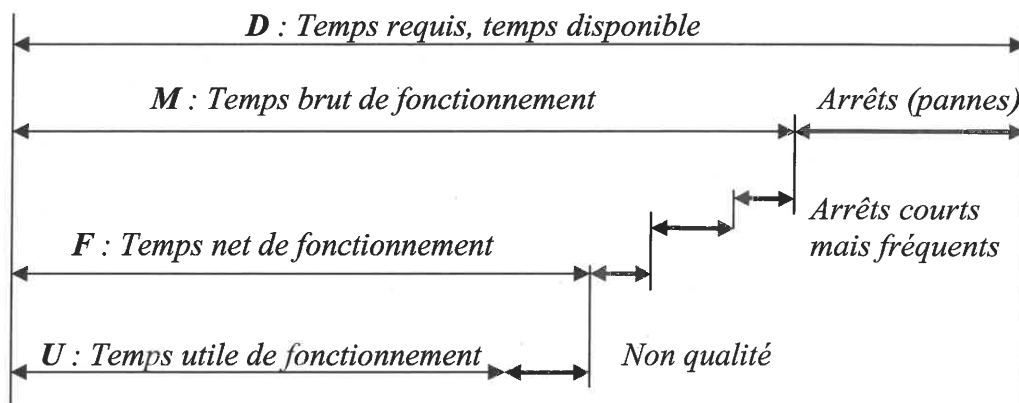
Productive : essayer de le faire tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production.

Totale : considérer tous les aspects (y compris repeindre une machine), viser un rendement global des installations et y associer tout le monde.

La méthode **TPM**, d'origine japonaise, **responsabilise** tous les acteurs de la production à la **maintenance** de leur équipement. C'est ainsi qu'elle délègue à l'exécutant toutes les tâches de premier niveau : nettoyage, petits réglages, lubrification.

Objectifs :

L'objectif de la TPM est de rechercher l'amélioration de la disponibilité des matériels par une analyse détaillée de leurs **temps productifs** et de leurs **temps non productifs**.



D'où l'étude et l'analyse des ratios suivants :

- **Taux brut de fonctionnement** : $\frac{M}{D}$ son amélioration implique la réduction des temps d'arrêt pour maintenance.
- **Taux de performance** : $\frac{F}{M}$ son amélioration implique la réduction des petits temps d'arrêts liés à la production.
- **Taux de qualité** : $\frac{U}{F}$ son amélioration implique la réduction des pièces mauvaises ou à retoucher.
- Et un « super ratio », le **Taux de Rendement Synthétique, TRS** est égal au produit des 3 ratios précédents :

$$\text{TRS} = \boxed{\text{Taux brut de fonctionnement}} \times \boxed{\text{Taux de performance}} \times \boxed{\text{Taux de qualité}}$$

Le **TRS** est un indicateur précieux sur la disponibilité d'un matériel et également sur la qualité et l'efficacité des méthodes d'exploitation et de maintenance qui s'y rapportent.

Présentation :

Le Value Stream Mapping ou VSM est un outil regroupant toutes les actions (à valeur ajoutée et à non valeur ajoutée) qui amènent un produit d'un état initial à un état final.

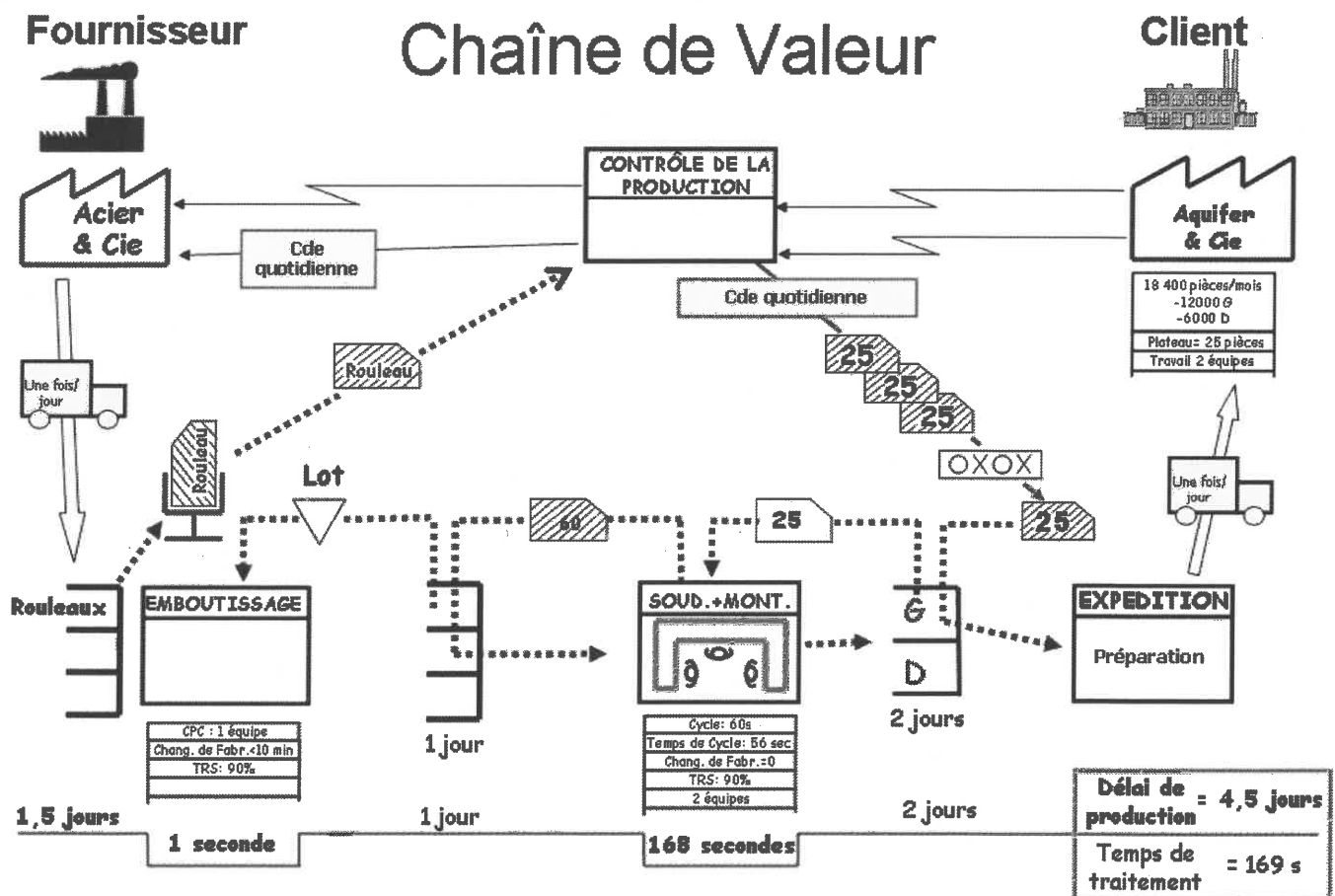
Cet outil s'attache à travailler sur un ensemble et non une partie. Sur une ligne de production, le VSM ne s'attaque pas à une machine de la ligne en particulier mais à l'ensemble de celles-ci.

Principe :

Le but de cette cartographie est d'arriver à obtenir une vision simple et claire d'un processus. La plupart du temps le VSM se limite à l'entreprise même, mais il est peut-être bon d'incorporer l'approvisionnement en amont et la livraison aux clients en aval. Le but ultime du Value Stream Mapping est d'avoir une représentation du temps de défilement (lead time) du produit choisi.

L'analyse amènera ensuite des améliorations qui porteront sur la globalité du processus et non sur une étape lambda.

Exemple :

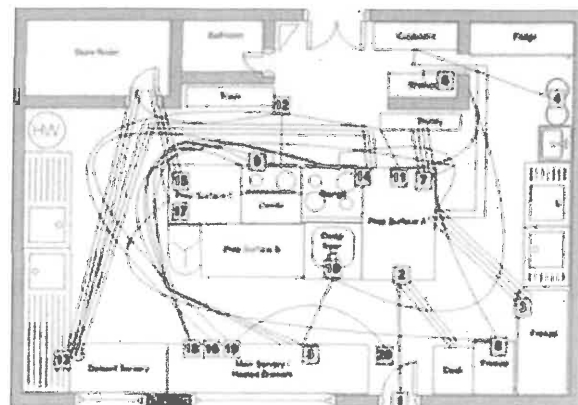


Description :

C'est un outil graphique pour montrer le parcours physique des produits, des matériels, des documents, etc. Appelée diagramme spaghetti parce que l'image finale ressemble souvent à une assiette de spaghetti, cette représentation permet une prise de conscience des déplacements réels effectués tout au long du processus.

Principe :

La disposition d'un lieu de travail génère des mouvements entre les postes et des déplacements de matière. Si l'équipe rend visuels tous ces temps perdus et les efforts dispersés, elle se rend compte d'un gaspillage qu'elle peut minimiser en disposant de manière efficace et fluide l'enchaînement de ses activités.



Fonctionnement :

1. Dessiner le plan de la zone de travail avec les différents emplacements, postes de travail, lieux de stockage, bureaux, armoire de dossiers, etc.
2. Tracer les flux de matières et de matériels au travers de la zone de travail. Des flèches montrent la direction des mouvements.
3. Ajouter les mouvements des personnes avec une couleur différente.
4. Déterminer la distance parcourue par la matière/ le matériel et par les personnes pendant un cycle de vie/de production.
5. Utiliser le diagramme comme support à l'identification d'une meilleure disposition pour améliorer le processus et réduire la distance parcourue. En suivant le flux, les ressources s'enchainent et minimisent les mouvements autour de la transformation du produit.
6. Redessiner le diagramme pour le nouveau processus et son parcours physique. Quantifier l'amélioration avant/après.

Facteur de succès :

1. Impliquer dans le diagramme les divers contributeurs du processus (y compris clients et fournisseurs).
2. Remplacer les traits crayonnés par des punaises et du fil enroulé autour pour montrer le mouvement. En retirant le fil, il est facile de mesurer la distance.
3. Compléter le diagramme par les quantités des stocks présents et par les temps passés par poste.

Définir le flux d'un processus de travail à l'aide du Diagramme Spaghetti

